

# Physikalische Berichte

als Fortsetzung der „Fortschritte der Physik“ und des „Halbmonatlichen Literaturverzeichnisses“ sowie der „Beiblätter zu den Annalen der Physik“ gemeinsam herausgegeben von der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft  
und der  
Deutschen Gesellschaft für technische Physik  
unter der Redaktion von Karl Scheel

3. Jahrgang

15. Juni 1922

Nr. 12

## I. Allgemeines.

**Nickel.** Circ. Bur. of Stand. Nr. 100, 106 S., 1921. Der Inhalt der einzelnen Abschnitte dieser Monographie ist: A. Nickel: Quellen, Metallurgie, Raffination; handelsübliche Sorten und ihre Anwendung; Produktions-Statistik; Chemische Eigenschaften; Physikalische Eigenschaften (Dichte, Zustandsänderung, spezifische Wärme, Ausdehnung, Wärmeleitung, elektrischer Widerstand, Thermokraft, magnetische Eigenschaften, Lösungspotential, Passivität, optische Eigenschaften, Elastizität, Härte, Festigkeit); der Einfluß von Verunreinigungen auf die Eigenschaften; Technologie (Gießen, Walzen, Schmieden, Glühen, Schweißen und Löten, elektrische Niederschlagung). — B. Nickellegierungen: Gleichgewicht binärer Nickellegierungen; handelsübliche Legierungen Monelmetall, Cu-Ni-Legierungen, Cu-Ni-Zn-Legierungen, Neusilber, Nickelstähle, Invar und ähnliche Legierungen, Legierungen für elektrische Zwecke, säurebeständige Legierungen, verschiedene Legierungen). — C. Anhang: Definition der physikalischen Begriffe; Liste der amerikanischen Patente über Nickellegierungen (1900—1920); bestimmte Vorschriften für Nickellegierungen; Bibliographie. BERNDT.

**R. W. Glatzel.** Spinoza als Optiker. Central-Ztg. f. Opt. u. Mech. **43**, 101—102, 1922, Nr. 6.

**Ludwig Hofmann.** Konstruktive Lösung der Maßaufgaben im vierdimensionalen euklidischen Raum. S.-A. Wien. Ber. **130** [2a], 169—188, 1921, Nr. 5. SCHEEL.

**John K. Robertson.** Young's Interference Experiment and the Spectrometer. Nature **107**, 457, 1921, Nr. 2693. [S. 586.] ERFLE.

**A. A. Remington.** Die Grundlagen für Grenzlehren. Bearbeitet von K. Gramenz. Werkstatttechn. **16**, 163—170, 1922, Nr. 6. Bereits nach dem Original Engineering **111**, 441, 1921) besprochen (vgl. diese Ber. 2, 915, 1922). BERNDT.

**G. Berndt.** Wie sind die Herstellungstoleranzen zu verstehen? Präzision **1**, 223—224, 1922, Nr. 15. Bisher hat man bei Aufstellung der Herstellungstoleranzen der Meßwerkzeuge nur solche einer Firma untereinander verglichen; damit sind aber nur die Werkstattstoleranzen ermittelt, d. h. die bei jeder Herstellung unvermeidlich auftretenden relativen Abweichungen. Will man aber die tatsächlichen Abweichungen vom Sollwert haben, so kommen dazu noch die verschiedenen Meßfehler (reine

Beobachtungsfehler, Einflüsse der Temperatur und Fehler der Meßgeräte und Nebenapparate, wie z. B. der Parallelendmaße). Der in der Wissenschaft übliche Weg, zu der gefundenen Abweichung den möglichen  $\pm$ -Meßfehler dazu anzugeben, ist in der Technik nicht gangbar. Hier ist die einzige mögliche Lösung, die Summe aus Werkstattstoleranz und Meßfehler als Herstellungstoleranz zu nehmen, da der Benutzer unbedingt wissen muß, welche Genauigkeit verbürgt ist. Andernfalls treten fortwährend Differenzen zwischen Lieferer und Bezieher auf, da letzterer nie seiner Meßfehler berücksichtigt. Es wird der Wunsch ausgesprochen, daß von geeignete Stelle die Definition der Herstellungstoleranz als Summe aus Werkstattstoleranz und Meßfehler für die gesamte Industrie als verbindlich festgelegt wird. BERNDT

**G. Berndt.** Meßgeräte zur Bestimmung des Durchmessers von Bohrungen. Glasers Annalen 45, 103—108, 1922, Nr. 7. Kritische Betrachtung verschiedener Meßmethoden und -geräte für Bohrungen. Für Innenschraubenmikrometer und einstellbare Stichmaße werden die Fehler berechnet, welche sich durch eine Neigung im Axialschnitt und senkrecht dazu ergeben; beide sind gleich, aber mit entgegengesetztem Vorzeichen, und gleich dem halben Produkt aus Durchmesser und Quadrat des Neigungswinkels. Bezuglich der Fühlhebel werden die Ausführungen von Bartholdy (Feinmechanik 1, 51, 1922) etwas erweitert. Mit diesen ist eine Genauigkeit von  $1\mu$  (bei etwa 100 mm Durchmesser) vielleicht zu erreichen, während man bei Schraubenmikrometern mit 3 bis  $5\mu$  rechnen muß. Das Vierkugelverfahren gibt sogar nur eine solche von etwa  $5\mu$ . Wesentlich genauer ist die Methode von Tomlinson (Engineering 112, 558, 1921), bei welcher ein Stab senkrecht zur Achse von einer Berührungsstelle zur anderen meßbar verschoben wird. Hier läßt sich leicht eine Genauigkeit von etwa  $1\mu$  und bei reinen Vergleichsmessungen von etwa 0,25 erreichen. BERNDT

**Burr Bennett.** An improved taper ring gage. Amer. Mach. 56, 227, 1922, Nr. 6. Um zu sehen, ob der Kegel vollkommen trägt, ist aus der Hülse ein sektorförmiges Stück herausgeschnitten (dabei ist allerdings zu befürchten, daß sich die Lehre leicht aufbiegt und sich dadurch dem Kegeldorn anschmiegt, sowie ferner, daß sie sich mit der Zeit stark ändert; d. Ref.). BERNDT

## 2. Allgemeine Grundlagen der Physik.

**Emile Picard.** La théorie de la relativité et ses applications à l'astronomie. 27 S. Paris, Gauthier-Villars et Cie., 1922. Zuerst gibt der Verf. eine kurze historisch philosophische Betrachtung über den Begriff der Zeit, dann folgt eine kurze Darstellung der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie und ihrer wichtigsten Folgerungen. S. MOHOROVIČI

**Arvid Reuterdahl.** Einstein and the new science. S.-A. Bi-monthly journal of the College of St. Thomas, St. Paul, Minn., U.S.A. 9, 26, 1921, Nr. 3. Der Verf. beleuchtet den Weg, welcher Einstein zu seiner Relativitätstheorie geführt hat und kritisiert ziemlich eingehend und scharf diese Unternehmung. S. MOHOROVIČI

**K. M. Kohler.** Das Exzentrizitätsprinzip als Korrelat zur Relativitätstheorie. Versuch zur Postulierung eines Kriteriums der absoluten Bewegung und einer Erklärung des Michelsonschen Effektausfalls. 70

Leipzig u. Wien, F. Deuticke, 1921. Der Verf. gibt eine Definition der absoluten Bewegung gegen den ruhenden Äther und eine innere Erklärung des berühmten Michelsonschen Experimentes, der Aberration, des Dopplereffektes und der Reflexion.

S. MOHOROVIČIĆ.

**F. X. Fischer.** Das Einsteinsche Relativitätsprinzip und die philosophischen Anschauungen der Gegenwart. Wissen und Glauben 19, 129—159, 1921, Nr. 5. Zuerst gibt der Verf. eine kurze, ziemlich mangelhafte Darstellung der Relativitätstheorie, später bespricht er von philosophischem Standpunkte die Tatsächlichkeit des Raumes und der Zeit, die absolute Erkenntnis, die Substanz und die absolute Wahrheit.

S. MOHOROVIČIĆ.

**E. Gehrcke.** Die Stellung der Mathematik zur Relativitätstheorie. Beitr. Philos. d. deutsch. Idealism. 2, 13—19, 1921, Nr. 1. Der Verf. bespricht zuerst den Begriff der Wahrheit und zeigt, wie die neueren Geometrien zu einem reinen Formalismus geführt haben. Nachdem der Verf. einige Bemerkungen über den Raum und über die Zeit gemacht hat, denkt er, daß es klar ist, „daß über die Frage, ob sich irgend eine Relativitätstheorie auf die Natur übertragen läßt oder nicht, und über die Frage, ob die Relativitätstheorie wahr ist oder nicht, der Mathematiker als solcher überhaupt keine Antwort geben kann“.

S. MOHOROVIČIĆ.

**Sir Joseph Larmor.** Gravitation and Light. Proc. Cambr. Phil. Soc. 19, 324—344, 1920, Nr. 6. Betrachtungen über die Grundgedanken der allgemeinen Relativitätstheorie.

E. KRETSCHMANN.

### 3. Mechanik.

**Heinz Hohenschutz.** Die Querdehnung und der Einfluß ihrer Behinderung. Auszug Diss. Aachen, 1922. 2 S. 1. Die Querdehnung und die Querdehnungszahl  $m$  von Flußeisen bei Zugversuchen. Bei der Berechnung der Volumenänderung aus  $m$  ist zu beachten, daß  $m$  bei größeren Dehnungen jeden Wert zwischen Null und Unendlich annehmen kann, ohne daß sich der Stabinhalt zu ändern braucht. Im elastischen Gebiet ergaben die Versuche, daß die Volumenvergrößerungen, auf den ursprünglichen Inhalt bezogen, etwa zwei Fünftel der spezifischen Dehnung betragen. Im unelastischen Gebiet ist die Rechnung nicht durchweg auszuführen, da sich die Dehnung oberhalb der Fließgrenze nicht immer gleichmäßig über die Stablänge verteilt. Suchte man nun die Dehnungsstufen auf, bei denen der Stabdurchmesser an allen Stellen gleich groß geworden ist, so ergab sich die Längsdehnung im Mittel 10 mal größer als die Volumenvergrößerung, wobei zwischen beiden wieder Proportionalität bestand. Bei gleichzeitigem Auftreten von elastischer und unelastischer Dehnung addieren sich die beiden Volumenänderungen. — 2. Die Behinderung der Querdehnung. Es wurden die Vorgänge an dem Ende eines schlanken Stabteiles untersucht, an dem sich der Kopf anschließt. Die Querdehnung war nach dem Stabkopf sehr gering, während die Längsdehnung sich hier als am größten erwies. Dabei bildeten sich ähnliche Kegel aus wie bei Druckversuchen, und zwar ist ihre Grundfläche der Endquerschnitt des schlanken Stabteiles und die Höhe etwa gleich dem halben Stabdurchmesser; die Kegelspitzen sind nach der Stabmitte zu gerichtet. Erst der an der Spitze liegende Querschnitt nimmt bei Zugversuchen dieselbe Größe an wie beim langen Stab. Da bei aneinanderstoßenden Kegeln selbst der kleinste Querschnitt bei derselben Last größer bleibt als beim langen Stabe, muß die Höchst-

last von Stäben, deren Länge kleiner als die doppelte Kegelhöhe ist, höher sein als beim langen Stabe. Danach ergibt sich die Kegelhöhe zu der halben Länge des kleinsten Stabes, dessen Höchstlast nicht größer als die des langen Stabes ist. Daraus folgt auch die Erklärung dafür, daß der Bruch eines Zerreißstabes von der Stabachse aus erfolgt.

BERND

**Physical properties of materials: 1. Strengths and Related Properties of Metals and Certain Other Engineering Materials.** Circ. Bur. of Stand. Nr. 101, 52 S., 1921. Eine Sammlung der Daten über mechanische Eigenschaften von technischen Rohstoffen auf Grund der Angaben von Gesellschaften, Behörden, unveröffentlichten Versuchen des Bureau of Standards, Firmen, Normenblättern, Aussätzen und Handbüchern. Die in Zoll- und metrischem Maß angegebenen Zahlen sind kennzeichnende Werte. Probestäbe hatten die amerikanische Normalform; alle Angaben beziehen sich auf Zimmertemperatur. Angegeben sind meist Proportionalitätsgrenze (Grenze des Hookeschen Gesetzes), Elastizitätsgrenze (Spannung, bei der eine empfindliche Meßanordnung die erste bleibende Deformation zeigt), Streck- und Bruchgrenze, Elastizitätsmodul, Brinellhärte (Druck/Kalotte) bei 10 mm Kugel, 3000 bzw. 500 kg und 30 sec, Shorehärte, Tiefung (bei Blechen) nach Erichsen. Die einzelnen Tabellen geben die Daten für Eisen und Eisenlegierungen, Kohlenstoff und legierte Stähle, Stahl draht, Drahtseile, Halbstahl, Aluminium, Kupfer und ihre Legierungen (einschließlich einer Nomenklatur der letzteren), verschiedene Metalle (vor allem Lagermetalle), Gummiederriemen und Hanfseile, während für Holz nur die Literatur aufgeführt ist. Ein alphabetisches Verzeichnis erleichtert die Auffindung.

BERND

**W. A. Slater, G. A. Smith, H. P. Mueller.** Effect of repeated reversals of stress on double-reinforced concrete beams. Techn. Pap. Bur. of Stand. Nr. 182, 51 S., 1920. Die Versuche wurden an beiderseitig gelagerten Proben mit abwechselnd nach unten und oben wirkender Belastung durchgeführt; die Wechselzahl betrug etwa 17 in der Minute. Die Auflagerung erfolgte in der mittleren Höhe auf Bolzen, die sich bei Biegung des Balkens frei drehen konnten. Die Abmessungen der Balken waren 8'8".6".8", bei einem Auflagerabstand von 8'. Die Eisen befanden sich von der oberen und unteren Fläche entfernt; sie waren im allgemeinen hakenförmig umgebogen. Der eine Versuchskörper hatte einen doppel-T-förmigen Querschnitt. Der Bruch erfolgte durchweg durch Zugbeanspruchung im Eisen; seine Qualität war nicht besonders gut, doch dürfte das nicht ausschlaggebend gewesen sein. Im allgemeinen brachen die stärker beanspruchten Balken bei einer kleineren Zahl von Lastwechseln. Selbst die größte Zahl dieser bis zum Eintreten des Bruches war aber weit geringer als daß dabei Bruch des Eisens zu erwarten gewesen wäre. Der Bruch erfolgte durchweg an den Stellen, wo sich große Sprünge über den ganzen Querschnitt erstreckten. Vielleicht hat die durch sie verursachte Biegung mit eingewirkt. Auch die für die Messung im Balken angebrachten Löcher können dabei mitgewirkt haben. Bei den Balken mit abweichendem Querschnitt war nach 7000 Lastwechseln von je 161 Pfund Quadratzoll noch kein Gleiten des Eisens zu beobachten gewesen; nach 400 000 Lastwechseln war aber ein bedeutendes Gleiten eingetreten und hatte sich der Zusammenhang des Eisens mit dem Beton vollständig gelockert. Die Versuche waren unternommen, um Aufklärung über die Wechselbeanspruchungen bei Betonschiffen erhalten.

BERND

**John R. Freeman jr., R. W. Woodward.** Some properties of white metal bearing alloys at elevated temperatures. Techn. Pap. Bur. of Stand.

Jr. 188, 16 S., 1921. Es wurden bei 20 bis 30, 50, 75 und 100° die folgenden Legierungen untersucht, die als normale aufgestellt sind:

r. . . . .	1	2	3	4	5
u . . . . . Proz.	4,56	3,51	5,65	2,90	—
b . . . . . "	4,52	7,57	6,90	10,50	10,03
n . . . . . "	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest
'b . . . . . "	nicht	nicht	0,09	25,05	84,95
e . . . . . "			weniger als 0,05		

Die Proben für die Druckfestigkeit hatten  $1\frac{1}{2}$ " Länge und  $\frac{1}{2}$ " Durchmesser. Als Fließgrenze wurde die Spannung bei  $\frac{1}{8}$  von 1 Proz. Verringerung der Meßlänge, als Festigkeit die Spannung zur Hervorbringung einer Deformation von 25 Proz. angenommen, bei den hoch Pb-haltigen dagegen die (vorher erreichte) maximale Spannung. Zwischen der Gießtemperatur und diesen beiden Größen ergab sich kein eindeutiger Zusammenhang; für die fünf Legierungen wurden folgende Gießtemperaturen gewählt: 440, 440, 440, 340 bzw. 325°. Es ergaben sich folgende Werte in Pfund/Quadratzoll:

Nr.		25°	50°	75°	100°
1	Fließgrenze . . . . .	4 400	3 800	3 150	2 650
	Festigkeit . . . . .	12 850	10 400	8 450	6 950
	Brinellhärte . . . . .	17,2	13,8	11,1	8,2
2	Fließgrenze . . . . .	6 250	4 850	8 450	6 950
	Festigkeit . . . . .	15 175	11 850	9 400	6 825
3	Brinellhärte . . . . .	22,3	—	—	—
	Fließgrenze . . . . .	5 750	5 000	4 250	3 350
	Festigkeit . . . . .	16 425	12 175	10 100	7 725
4	Brinellhärte . . . . .	22,3	18,2	14,8	11,3
	Fließgrenze . . . . .	4 700	3 650	2 900	2 150
	Festigkeit . . . . .	13 685	10 035	7 845	6 045
5	Brinellhärte . . . . .	22,4	15,8	11,3	7,5
	Fließgrenze . . . . .	3 750	2 650	2 250	1 550
	Festigkeit . . . . .	15 020	11 075	7 920	4 770
	Brinellhärte . . . . .	19,7	16,8	11,4	8,2

Die Zinnlegierungen behalten ihre Eigenschaften mit steigender Temperatur also besser als die Bleilegierungen. Weitere Versuche lehrten, daß Hinzufügung bis zu 5 Proz. Pb zu Legierung Nr. 2 Fließgrenze und Festigkeit bei 25 und 75° nicht merklich beeinflußt. Sechswöchentliches Erhitzen der Zinnlegierungen auf 100° ändert ihre Fließgrenze nicht, während die bei den Pb-Legierungen bereits nach zwei Wochen von 750 auf 3200 Pfund/Quadratzoll erniedrigt ist.

BERNDT.

Alexander I. Kryničsky. Experiments on copper crusher cylinders. Techn. Pap. Bur. of Stand. Nr. 185, 32 S., 1921. Die Versuche erfolgten mit einer Siehlé-Prüfmaschine an geglühten Kupferzylinern von etwa 0,4 oder 0,5" Höhe und 0,2260 bzw. 0,2500 und 0,2250" mittlerem Durchmesser. Sie ergaben, daß bei wiederholter Anwendung derselben und — innerhalb gewisser Grenzen — auch einer kleineren Last die Länge beträchtlich abnahm. Die weiteren Ergebnisse sind etwa folgender-

maßen zusammengefaßt: Wirkt die Last so ein, daß sie die Höchstspannung nur für einen Augenblick erzeugt, so hat die Dauer der Belastung nur geringen Einfluß auf die Längenabnahme des Zylinders; hält man aber die Wage durch Zufügung einer weiteren Last im Gleichgewicht, so ist die Verkürzung zweimal so groß. Unterscheidet sich zwei nacheinander angewandte große Belastungen um etwa 2000 Pfund/Quadratzoll, und ist die zweite größer als die erste, so ist die von der letzten herrührende Verkürzung größer als diejenige, die man mit ihr bei unkomprimierten Zylindern erhält; dieser Unterschied nimmt mit wachsendem Unterschied zwischen den beiden nacheinander einwirkenden Belastungen ab, so daß von einer bestimmten Belastung ab die Wirkung unabhängig von der vorhergehenden Belastung ist. — Alterung zwischen 0 und 100° macht komprimiertes Kupfer anscheinend etwas weicher. Der bei 650° geblühten Zylinder scheinen etwas weicher zu sein als die bei 540° geblühten. — Als praktische Folgerung ergibt sich, daß man die etwaige Vorkompression des Stauchzylinder mindestens 8000 Pfund/Quadratzoll unter dem zu erwartenden Höchstdruck halten soll, damit sie ihn in gleicher Weise wie ein nicht vorkomprimierter Zylinder anzeigen.

BERND

**H. J. French, W. George Johnson.** Effect of heat treatment on the mechanical properties of 1 per cent carbon steel. Techn. Pap. Bur. of Stand. 1922, 1922, Nr. 206. Stahl der Zusammensetzung 1,04 Proz. C, 0,17 Proz. Mn, 0,017 Proz. P, 0,019 Proz. S und 0,14 Proz. Si wurde von verschiedenen Temperaturen in verschiedenen Bädern abgeschreckt und bei verschiedenen Temperaturen angelassen. Es wurden dann bestimmt: Festigkeit, Proportionalitätsgrenze, Shore- und Brinellhärte sowie Kerbschlagfestigkeit. Aus den Ergebnissen dieser Versuche werden folgende Schlüsse gezogen: für Stahl, der bei relativ hoher Temperatur angelassen werden soll, ist die günstigste Abschrecktemperatur für Wasser- und Ölhärtung dicht oberhalb der vollendeten  $Ac_1$ -Umwandlung. Mit steigender Temperatur für Ölhärtung und Anlassen bei 538° wachsen Härte, Festigkeit und Proportionalitätsgrenze und erreichen ein Maximum beim Abschrecken von 843°, was mit der Zurückhaltung fast des ganz überschüssigen Zementins zusammenfällt. Will man dabei eine Festigkeit von etwa 120 000 Pfund/Quadratzoll erzielen, so ist Wasserhärtung vorzuziehen. Für höhere Festigkeiten (bei niedrigeren Anlaßtemperaturen) gibt Ölhärtung von dicht oberhalb  $Ac_1$  aus bessere Kombination von Festigkeit und Dehnung. Will man dieselbe Festigkeit haben, so muß man bei Wasserhärtung eine niedrigere Anlaßtemperatur wählen als beim Abschrecken in Öl; diese Temperaturdifferenz ist im allgemeinen um so höher je größer die gewünschte Festigkeit. Werden wasser- und ölgehärtete Stücke so angelassen, daß sie gleiche Festigkeit haben, so haben erstere größere Shore- und Brinellhärte. Durch Anlassen bei höherer Temperatur kann man gute Kombinationen von Festigkeit und Dehnung erreichen, doch ist ein solcher Stahl spröde und von geringer Schlagfestigkeit. Verlängerte Erhitzungszeit steigert Härte, Festigkeit und Proportionalitätsgrenze und verringert die Dehnung. Längerer Erhitzen dicht unter der kritischen Bereich macht den Stahl weicher, und zwar um 40 Proz. in der Brinell- und um 20 Proz. in der Shorehärte, wenn die Zeit von einer halben Stunde auf fünf Stunden gesteigert wird.

BERND

**E. J. Janitzky.** Mass in the Heat Treatment of Steel. A Suggested Formula for Calculating the Brinell Hardness from Given Data—Applicable to Alloy and Carbon Steels. The Iron Age 109, 658—659, 1922, Nr. 10. In einer früheren Veröffentlichung war für die Abhängigkeit der Brinellhärte abgeschreckter Kohlenstoffstähle von ihrer Größe folgende Formel angegeben:  $B = n \cdot C/(D - d)$  — in der  $B$  die Brinellhärte irgend einer Stelle,  $n$  einen für eine bestimmte Stahlart

stanten Faktor,  $C$  das Produkt aus dem Durchmesser und der Oberfläche von Pfund Stahl mit rundem Querschnitt (14, 125),  $D$  den Durchmesser der Stelle, an welcher die Härte bestimmt wird,  $b$  die Brinellhärte im normalisierten Zustande und die vertikale Asymptote der in dem Koordinatensystem Durchmesser–Brinellhärte zogenen Kurve bedeuten. Für Kohlenstoffstähle ist  $n = (B_m/b)^2$ , wo  $B_m$  die maximal zu erreichende Härte bedeutet; die Größe  $B_m/b$  wird als Härtungskapazität bezeichnet. Versuche an Nickel- und Chromnickelstählen zeigten, daß man bei diesen einen doppelten Wert geben muß. Danach ergaben sich folgende Zahlen für einige Stähle mit dem angegebenen C-, Ni- und Cr-Gehalt:

C . . . . .	0,32	0,42	0,34	0,17 Proz.
Ni . . . . .	3,25	3,15	1,20	5 " "
Cr . . . . .	—	—	0,56	— " "
$n$ . . . . .	14,73	15,27	13,08	8,6

Bei  $B_m$  wurde dabei der Wert genommen, der an Stücken von 0,5" Durchmesser erhalten wurde. Die an den Stählen im Mittelpunkt sowie in der Mitte zwischen ihm und dem Rande beobachteten Werte sind den nach der Formel berechneten gegenübergestellt; zwischen beiden besteht eine bemerkenswerte Übereinstimmung. BERNDT.

**Lward C. Grøesbeck.** Influence of phosphorus upon the microstructure and hardness of low-carbon, open-hearth steels. Techn. Pap. Bur. of Stand. 1, 1–33, 1921, Nr. 203. [S. 570.] BERNDT.

**J. French.** Tensile properties of some structural alloy steels at high temperatures. Techn. Pap. Bur. of Stand. 16, 77–92, 1922, Nr. 205. Es wurden Festigkeit, Proportionalitätsgrenze, Dehnung und Querzusammenziehung von vier Stählen mit etwa 0,38 Proz. C und folgenden Zusammensetzungen: a) reiner C-Stahl, b) 3,5 Proz. Ni-Stahl, c) 3 Proz. Ni-, 1 Proz. Cr-Stahl, d) 1 Proz. Cr-, 0,20 Proz. Va-Stahl bei Temperaturen von 20 bis 550° bestimmt. Bei den ersten drei liegt die größte Festigkeit zwischen 240 und 300°, während Stahl d) in dem untersuchten Temperaturbereich seinen Wert bei 20° nicht überschreitet; er nimmt dagegen jenseits 300° schnell ab. Die Proportionalitätsgrenze hat bei den Stählen a), b), c) ein Maximum bei 150°; die des Cr-Va-Stahles nimmt zunächst bis etwa 150° ab und steigt darauf wieder auf 250°; auch der Cr-Ni-Stahl zeigt einen zweiten Anstieg bei 300°. Die beiden Cr-haltigen Stähle werden von der Temperatursteigerung weniger stark beeinflußt als die beiden anderen; bei 550° ist der Cr-Va-Stahl in bezug auf Festigkeit und Proportionalitätsgrenze vorzuziehen. Bei 550° scheint Ni-Zusatz wenig Einfluß auf die Eigenschaften des C-Stahles zu haben. Bei dieser Temperatur sind Festigkeit und Proportionalitätsgrenze des Cr-Va-Stahles zweimal so groß wie beim C-Stahl, während die Dehnung nur den halben Wert hat. Unterhalb 475° hat aber der Cr-Ni-Stahl größere Festigkeit als der Cr-Va-Stahl, während beide über den ganzen Temperaturbereich größere Festigkeit, als die Stähle a) und b) haben. Bei diesen beiden hat der Druck bei 550° das Bestreben, den Korngrenzen zu folgen, während er beim Cr-Va-Stahl transkristallin zu sein scheint. BERNDT.

**George K. Burgess.** Steel rails from sink-head and ordinary rail ingots. Techn. Pap. Bur. of Stand. 1920, Nr. 178, 61 S. Zu den Versuchen wurden 35 Blöcke nach dem Bessemeverfahren hergestellt und mit sinkendem Kopf, das dickere Ende nach oben, gegossen; zum Vergleich dienten 15 Blöcke, die in der üblichen Weise, mit dem dünneren Ende oben, gegossen waren. Die ersten waren in ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften von bemerkenswerter Übereinstimmung; die Vergleichsblöcke stammten aus drei verschiedenen Siemens-Martinöfen. Die Blöcke wurden zu

Schienen ausgewalzt und eine Reihe von Probestücken entnommen, die physikalisch chemisch und metallographisch untersucht wurden. Die Versuche ergaben eine unbedingte Überlegenheit der mit sinkendem Kopf gegossenen Blöcke. Der unbrauchbare Anteil betrug bei ihnen nur 18,4 Proz., während er sich bei den anderen Durchschnitt auf 43,9 Proz. belief, wovon allein 26 Proz. auf den Kopf entfielen. In den fünf Vergleichsblöcken, welche nicht desoxydiert und am Kopf durch gußeiserne Kappen abgeschreckt waren, war der unbrauchbare Anteil wegen positiver Seigerung am Kopf und negativer am Boden (diese auch verbunden mit Lunkern) ungewöhnlich groß. Den geringsten Ausschuß von den Vergleichsblöcken zeigten die fünf Stücke, die mit Al desoxydiert und am Kopf durch Wasser gekühlt waren; ihre Fehlstellen rührten hauptsächlich von Lunkern, weniger von Seigerungen her. Die dritten Blöcke waren in gleicher Weise desoxydiert, aber nicht gekühlt; ihr Verhalten lag in der Mitte von dem der beiden anderen. Während die mit sinkendem Kopf gegossenen Blöcke nach Entfernung des Kopfes frei von Lunkern und schädlichen Seigerungen waren, enthielten die Vergleichsblöcke auch dann noch Lunker und Seigerungen. Immer gegen war die Oberflächenbeschaffenheit der aus dem ersten gewalzten Schienen nicht so gut, was aber nicht als charakteristisch zu gelten hat. Die im praktischen Gebrauch mit den Schienen erhaltenen Ergebnisse gestatten noch keine allgemeinen Schlüsse. Bei einem mit sinkendem Kopf gegossenen Block mit Cr- und Ni-Zusätzen waren Fließgrenze (70791 t/Quadratzoll), Festigkeit (143025 t/Quadratzoll) und Brinellhärte (292) größer, Dehnung (11,3 Proz.) und Querverringerung (19,06 Proz.) kleiner als bei denen ohne diese Zusätze. Bei Stoßbeanspruchung war das Verhalten in beiden Fällen etwa gleich. Von jenen Blöcken waren 17,6 Proz. unbrauchbar. BERNHARDT

**Max Dreifuss.** Tellur-Bleilegierungen und Tellur-Antimon-Bleilegierungen. ZS. f. Elektrochem. **28**, 100—101, 1922, Nr. 3/4. [S. 571.] BERNHARDT

**Willard Gardner.** Note on the Dynamics of Capillary Flow. Phys. Rev. (2) **18**, 477, 1921, Nr. 6 (Berichtigung; vgl. diese Ber. S. 76). An Stelle des Buchstabens  $l$  ist in den Formeln 9, 10 und 11 der Wert  $e$  (Basis der natürlichen Logarithmen) zu setzen. H. R. SCHUCH

**J. N. Brönsted.** Über die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit und der Aktivitäts- und osmotischen Koeffizienten von Salzen. ZS. f. phys. Chem. **100**, 139—150, 1922. Der Verf. entwickelt Formeln für die Abhängigkeit der Aktivitäts- und des osmotischen Koeffizienten von der Temperatur, die für niedrissozierte Stoffe und binäre Elektrolyte gelten. Aus ihnen folgt, daß sich bei Annahme, daß die Lösungswärme eine lineare Funktion der Konzentration ist, dies empirisch gefunden wurde, mit steigender Temperatur der Logarithmus der Aktivitätskoeffizienten doppelt so stark ändert wie der osmotische Koeffizient. Beim Kaliumchlorid beträgt die Änderung der ersten bei einer Änderung der Temperatur um  $20^\circ$  nur 2 Promille. Diese Zahl ist allerdings nur in der Nähe von  $20^\circ$  gültig. Bei niedrigen Temperaturen wird die Änderung wahrscheinlich größer, bei höheren kleiner sein. Ferner werden Formeln für die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeiten schwerlöslicher Salze in reinem Wasser und in Salzlösungen entwickelt und Croconitrat experimentell bestätigt. BÖTTCHER

**H. R. Kruyt und H. G. de Jong.** Kapillarelektrische Erscheinungen bei lyophilen Solen. ZS. f. phys. Chem. **100**, 250—265, 1922. Durch die Untersuchung sollte ermittelt werden, ob zwischen den lyophoben und den lyophilen Kolloiden (Suspensoiden und den Emulsoiden) tatsächlich ein scharfer Gegensatz besteht, und insbesondere die für die Suspensioide am meisten charakteristischen Merkmale,

kapillarelektrisches Verhalten, bei den Emulsoiden, die sich in ihren Eigenschaften ohne jeden Unterschied den wirklich gelösten Elektrolyten anschließen sollen, restlos verschwinden. Als Emulloid wurde bei den Versuchen der Verff. japanischer Agar gewählt. Sie ergaben die folgenden Resultate: Agarsole gehorchen oberhalb 40°, d. h. bei Temperaturen, bei denen Gelatinierung eintritt, dem Poiseuilleschen Gesetz vollständig. Sie weisen ferner den quasi-viskosen Effekt Smoluchowskis (Kolloid-ZS. 18, 190, 1916) auf; die Entladung ihrer Teilchen findet bei Temperaturen statt, welche der Valenz der hinzugefügten Kationen entsprechen. Das elektrische Verhalten des Agarsols ist demjenigen eines Suspensoids völlig gleichzustellen; die elektrische Ladung hat kapillarelektrischen Charakter. Das emulsoide Sol hat zwei Stabilitätsfaktoren, die elektrische Ladung und die Hydratation, die man ihm beide zu entziehen hat, falls man Ausflockung zu erzielen beabsichtigt. Nimmt man ihm nur die Ladung, so bleibt ein lyophiles Sol, nimmt man ihm nur die Hydratation, so entsteht ein Suspensoid. Das Aussalzen ist eine kombinierte Entladung und Dehydratation. Eiweißkörper bilden nicht iondisperse Lösungen, sondern kolloiddisperse Sole. Der Aminosäurecharakter äußert sich nur in den Molekülen, welche die Grenzschicht der Teilchen bilden und sich an der Doppelschicht beteiligen.

BÖTTGER.

**H. Gerdien.** Über einen akustischen Schwinger. ZS. f. techn. Phys. 3, 40—44, 1922, Nr. 2. Vgl. diese Ber. S. 250.

LÜBCKE.

**W. Hahnemann.** Schwingungstechnische Probleme als Grundlagen der technischen Akustik. ZS. f. techn. Phys. 3, 44—46, 1922, Nr. 2. Über den Inhalt dieses auf dem Deutschen Physikertage in Jena, September 1921, gehaltenen Vortrages ist in seinen wesentlichen Punkten bereits eingehend referiert (vgl. diese Ber. 1, 17, 269, 810, 1244, 1474, 1920 und 2, 443, 730, 732, 1038, 1921).

LÜBCKE.

**Fritz Über.** Zur Erkenntnis des auf Biegung beanspruchten Körpers mit gekrümmter Mittellinie bei Verwendung verschiedener Querschnittsformen. Werkstatttechn. 16, 161—163, 1922, Nr. 6. In dem kurzen Auszug aus der Dr.-Ing.-Dissertation des Verf. wird über eine große Reihe von Elastizitätsversuchen stark gekrümmter hakenförmiger Gußkörper von rechteckigem, doppelt T-, trapezförmigem und kastenförmigem Querschnitt berichtet. Die Dehnung wurde an vier Stellen des am stärksten beanspruchten Querschnittes gemessen. Aus der Formänderungskurve des Materials wurden sodann die Spannungen entnommen. Die Dehnungen im Augenblick des Bruches verliefen nahezu in Form einer gleichseitigen Hyperbel, die größte Zugspannung im gefährlichen Querschnitt war gleich der aus dem Zugversuch ermittelten Zugfestigkeit. Die Querschnitte blieben eben. Auf Grund der Arbeit können mit verhältnismäßig einfachen Mitteln die größten, zulässigen Spannungen in gekrümmten Körpern angegeben werden, die ein stark vom Hookeschen Gesetz abweichendes elastisches Verhalten zeigen. Leider sind aus dem Auszug keine Einzelheiten über die in Körpern aus derartigen Stoffen beobachtete elastische Hysteresis und über den Einfluß der Eigenspannungen zu entnehmen.

NÁDAI.

**F. K. Th. van Iterson.** Berechnung dünnwandiger Drehkörper auf Biegung. ZS. Ver. d. Ing. 66, 211—213, 1922, Nr. 9. Die Verwendung von dünnwandigen Um-drehungskörpern im Hochbau als Behälter ist durch den Umstand gefördert worden, daß sie sich einfach und zuverlässig berechnen lassen. Da die lotrechten Komponenten der Meridianspannung das über dem Schalenteil lastende Gewicht zu tragen haben, lassen sich jene bei einem gegebenen Profil an jeder Stelle aus der Zeichnung unmittelbar entnehmen. Damit ist die tangentiale Spannung ebenfalls angebar.

Iterson erweitert diese einfache Theorie auf den Fall, daß die Schale auch Querkräfte aufzunehmen hat, wie beispielsweise die mit Eisen armierte dünne Betonhaut eines sich allmählich nach oben hin verjüngenden Leuchtturmes mit kreisförmigem Querschnitt unter der Belastung des Windes. Man ist hier in der Lage, durch passende Wahl der Meridiankurve die quer gerichteten Schubspannungen im Ringquerschnitt trotz des Auftretens einer Querkraft zum Verschwinden zu bringen. Bemerkenswert ist die große Steifigkeit derartiger Schalen gegen das Einbeulen, was durch Modellversuche festgestellt wurde.

NÁDAL.

**L. GÜMBEL.** Verdrehungsschwingungen und ihre Dämpfung. ZS. Ver. d. Ing. 66, 252—256, 1922, Nr. 11. Die durch die wechselnden Kräfte einer Antriebsmaschine erregten Verdrehungsschwingungen von Maschinewellen werden unter Berücksichtigung von verschiedenen Arten von Dämpfungswiderständen behandelt. Im Anschluß werden Einrichtungen besprochen, die zur Abdämpfung der Schwingungen dienen können und ihre Wirkungen mechanisch verfolgt. Die an dem schematisierten System von Massen angreifenden Kräfte werden, soweit ihre Bestimmungsstücke bekannt sind, vektoriell aneinandergereiht, die Unbekannten aus der Bedingung des sich schließenden Kräftepolygons durch graphisches Probieren ermittelt. Als Dämpfungseinrichtung wird eine auf der Welle drehbar aufgesetzte Masse berücksichtigt, die gegen eine fest mit der Welle verbundene Masse sich verschieben kann und wobei Reibung allein oder Reibung und federnde Verbindung wirken.

NÁDAL.

**Robert Dubs**, aus dem Nachlaß von **Huldr. Keller** †. Berechnung gewölbter Böden. 43 S. Leipzig, Berlin, Verlag B. G. Teubner, 1922. Der vor kurzem verstorbene Verf. hat einen Weg gezeigt, wie das schwierige Elastizitätsproblem der nach einer Rotationsfläche gewölbten Schale mit veränderlicher Dicke und veränderlichem Krümmungshalbmesser für die Zwecke des Ingenieurs gelöst werden kann. Aus seinem Nachlaß gibt Oberingenieur Dubs-Zürich eine kleine Schrift heraus, in der im Anschluß an die grundlegende Arbeit von Ernst Meissner und ihre Weiterführung durch Bolle die Berechnung der auf Biegung beanspruchten Kugelschale behandelt wird. Keller beschränkt seine Berechnungen auf den für den Konstrukteur wichtigen Fall, daß der Deckel ein Ausschnitt aus einer Kugelschale mit konstanter Dicke ist. Der Rand wird entweder frei drehbar oder eingespannt, außerdem in radialer Richtung entweder nachgiebig oder fest betrachtet. Der Verlauf der Spannungen ist für verschiedene Verhältnisse der Dicke zum mittleren Kugelhalbmesser und zum Außenhalbmesser der Kugelkalotte ermittelt. Die Ergebnisse sind für Gußeisen und Flußeisen gültig. Sie sind in zahlreichen Tafeln zusammengestellt. Aus einer Spannungstafel können die größten Spannungen für die am Rand frei aufliegenden Kugelböden unmittelbar abgelesen werden. Wertvoll sind in der verdienstvollen Schrift auch die für den Konstrukteur wichtigen Einzelheiten über die praktische Ausgestaltung der Randbefestigung.

NÁDAL.

**A. H. D'Arcambal.** Various methods for hardening high-speed steel. Amer. Mach. 56, 212—213, 1922, Nr. 6. [S. 570.]

BERNDT.

**A. Mohorovičić — S. Mohorovičić.** Die Hodographen der longitudinalen ( $P$ ) und der transversalen ( $S$ ) Wellen eines Bebens. I. Teil: A. Mohorovičić. Hodographen. Rad 226, 94—190, deutsch. Ausz. in Bull. d. südslaw. Akad. d. Wiss. in Zagreb, 15—17, 1921. Im Jahre 1914 veröffentlichte der Verf. die Laufzeitkurve der longitudinalen Wellen ( $P_n$ ) für die Entferungen von 200 bis 12 000 km und kam zu dem Resultate, daß in einer Entfernung von etwa 1400 km zwei neue

Laufzeiten anfangen mit kleineren Laufzeiten als es den  $P_n$  entspricht, und gab nur provisorische Zeiten für die beiden Laufzeitkurven. — In der neuesten Arbeit gibt uns der Verf. die Laufzeiten der Kurven  $P_n$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  und  $P_4$  und die wahrscheinlichen Laufzeiten einer hypothetischen Kurve von  $P_5$ . Ebenso existieren bei den transversalen Wellen die Kurven für  $S_n$  bis  $S_5$ . Alle diese Kurven sind in Tabellen von 20 zu 20 km gegeben. Die Resultate, zu denen der Verf. auf Grund von Daten für 37 Großbeben gelangt, sind: 1. Keines der verarbeiteten Beben zeigt eine systematische Abweichung von den mittleren Laufzeitkurven, welche für eine Herdtiefe von etwa 25 km gelten; ein Zeichen, daß die Herdtiefe keines dieser Beben stark von 25 km abweicht. 2. Die Abweichungen der einzelnen Zeiten von den mittleren Kurven betragen in allen Entfernung bis etwa 10 000 km etwa  $\pm 2$  Sek. Dies zeigt, daß das Erdinnere durchweg aus homogenen Schichten besteht. Unsere heutigen empfindlichsten Instrumente können den Anfang eines Großbebens nur bis zu einer Entfernung von etwa 12 000 km korrekt aufzeichnen. Der Anfang ( $P$ ) eines Bebens besteht aus einer Reihe von Einsetzen (impetus) und zu jedem dieser Einsetze gehört eine eigene Laufzeitkurve. Dasselbe gilt für die transversalen Wellen. Im Epizentrum fängt an die Kurve der  $P$  (oberen oder individuellen  $P$ ). In der Entfernung von etwa 200 km fängt die neue Kurve der  $P_n$  mit kleineren Laufzeiten, in der Entfernung von etwa 1400 km fangen zwei neue Phasen mit noch kleineren Laufzeiten, in etwa 8500 km fangen noch zwei neue an.

S. MOHOROVIČ.

**Edward P. Warner.** The choice of wing sections for aeroplanes. Technical Notes, National Advisory Committee for Aeronautics, No. 73, November 1921 (Umdruck); weiter: Aerial Age Weekly 14, 417—420, 443—446 und 451, 1922, Nr. 18 und 19. Bei der Auswahl der Flugzeugflügelschnitte lassen sich verschiedene Forderungen an die Flugeigenschaften erfüllen: Hohe Größgeschwindigkeit mit und ohne Rücksicht auf die Schwebegrenze; möglichst große Geschwindigkeitsspanne, Steifigkeit, Gipfelhöhe, Flugweite oder Flugdauer. — Für diese sieben verschiedenen Anforderungen werden die rechnerischen Bedingungen aufgestellt: Je zwei Beziehungen zwischen Gleitzahl und Wurzel aus dem Beiwert des Größtauftriebes oder des Auftriebes bei einem Anstellwinkel, für den die Gleitzahl gilt. Der Wert der einen Beziehung ist möglichst groß zu machen, der Wert der anderen wird durch die Bauangaben Flächenbelastung, Leistungsbelastung, verlangte Mindestgeschwindigkeit u. dgl.) bestimmt. Trägt man dann jenen Wert abhängig von diesem auf, so ist das Flügelprofil am besten, das bei der Abszisse entsprechend der Nebenbedingung die größte Ordinate hat. — Je nachdem, ob man den schädlichen Widerstand der Flügelfläche berücksichtigt oder mit einem festen Wert annimmt, verschiebt sich die Rangordnung zugunsten der dicken Flügelschnitte, bei denen der Widerstand der Tragwerkserspannung fortfällt.

EVERLING.

#### 4. Aufbau der Materie.

**Friedrich Brandt.** Über die Ionisierungs- und Anregungsspannungen des Stickstoffs. ZS. f. Phys. 8, 32—44, 1921, Nr. 1. Die Ionisierungsspannungen und die Lichtanregungsspannungen des Stickstoffs werden nach den üblichen Methoden gemessen. Wesentlich ist dabei, daß die Korrektur der Voltskala für die kinetische Energie der stoßenden Elektronen durch Benutzung eines Zusatzes von Helium als Reichtumsgas gewonnen wird. Wird die Umwandlungsspannung des Heliums = 20,5 Volt

gesetzt, so ergibt sich als Ionisierungsspannung des Stickstoffs  $17,75 (\pm 0,1)$  Volt. Höhere schwächere Ionisierungsstufen werden bei  $25,41 (\pm 0,1)$  Volt und bei  $30,71 (\pm 0,2)$  Volt gefunden. Die Lichtanregungsgrenze des Stickstoffs ist nicht sehr scharf zu ermitteln, was wegen des Bandenabsorptionsspektrums zu erwarten ist. Die Bandenabsorption beginnt bei etwa  $1870 \text{ \AA}$  entsprechend  $6,6$  Volt; in der Tat läßt sich ein lichtelektrischer Strom von einem wenig unter  $7$  Volt liegenden Spannungswerte an nachweisen. Bei  $8,5$  Volt setzt eine stärkere Strahlung ein. Eine Untersuchung eines Teiles der lichtelektrischen Kurve in Schritten von etwa  $1/100$  Volt läßt minimale Knicke in dem Kurvenzug erkennen, die reell zu sein scheinen und den Bandencharakter der Lichtabsorption entsprechen. FRANCK

**Hugo Fricke and Theodore Lyman.** The Spectrum of Helium in the Extreme Ultra-Violet. Phys. Rev. (2) 17, 434—435, 1921, Nr. 3. [S. 587.] FRANCK

**Megh Nad Saha.** The Atomic Radius and the Ionisation Potential. Nature 107, 682—683, 1921, Nr. 2700. Setzt man, was nach Bohrs Theorie in grober Näherung möglich ist, die Ionisierungsspannung eines Atoms als umgekehrt proportional seinem Durchmesser an, so kann man aus dem Bohrschen H-Atom-Durchmesser denjenigen der anderen Atomsorten, deren Ionisierungsspannung bekannt ist berechnen. Der Verf. führt das für eine Zahl von Elementen durch und erhält in allgemeinen kleinere Werte als sie Bragg aus den Gitterkonstanten der Metalle entnommen hat und als sie sich aus der inneren Reibung ergeben. FRANCK

**Elisabeth Rona.** Über den Ioniumgehalt in Radiumrückständen. Chem. Ber. 55, 294—301, 1922, Nr. 2. Für die Kenntnis des Abzweigungsverhältnisses des Actiniums aus der Uranreihe, ist nicht nur die Gehaltsbestimmung des Protactinium in Uranmineralien von Wichtigkeit, sondern die des Ioniums, denn da es auch  $\alpha$ -Strahlen von geringer Durchdringungsfähigkeit besitzt, kann es die Protactiniummessungen verfälschen. Darum hat Verf. in den verschiedenen Radiumrückständen Ionumbestimmungen mit Zuhilfenahme der „Indikatormethode“ unternommen. RONA

**K. H. Scheumann.** Über den Wassergehalt des Heulandits. Verhandl. d. Sächs. Akad. d. Wiss. Leipzig, math.-phys. Kl. 73, 3—113, 1921, Nr. 1. Über die Wasserführung der Zeolithe sind bisher eine ganze Reihe von Einzeluntersuchungen ausgeführt worden. Die (allerdings nicht widerspruchsfreien) Beobachtungen der Entwässerung haben anscheinend mit genügender Sicherheit festgestellt, daß auf einem bei ansteigender Temperatur oder Verminderung des Dampfdrucks im geschlossenen System bemerkbaren stetigen Fortgange des Wassers nur auf eine allmähliche stetige Konzentrationsänderung des Wassers geschlossen werden könnte, keine sprungweise, wie sie beim Übergang des normalen Salzhydrates in eine andere Modifikation oder in das Anhydrid auftritt. Über die Art der Wasserbindung bestanden allerdings sehr verschiedene Ansichten. Während die älteste Anschauung die Zeolithe als Verbindungen nach Art echter Salzhydrate auffaßt und die Stetigkeit der Konzentrationsabnahme durch das ineinanderschließen der Dehydrationszustände vorgetäuscht ist, nehmen die neueren Autoren eine feste Lösung des Wassers in den Silikat oder ein adsorptives Festhalten nach Art der kolloidalen Substanzen an. Die Aufnahme der Wiederwässerungskurven durch A. Beutell und seiner Schüler, sowie G. Stoklossa zeigen im Gegensatz zu den Entwässerungskurven deutliche Knickstellen. Die Inkongruenz der beiden Wassergehaltskurven beruht nach Beutell darauf, daß nun die Wässerungswerte echte Gleichgewichte seien, während in den Entwässerungen das ineinandergreifen und die Verzögerung der Dehydratationen infolge „Kohäsionen“

wirkungen“ entstehe. Es fehlt aber der Nachweis echter Gleichgewichte in den Knickstellen der Kurven und vor allem wird in diesen Untersuchungen die Wirkung der Vorbehandlung nicht untersucht. Die Arbeit des Verf. sucht diese Lücke auszufüllen. Zunächst wurden unter Benutzung einer nachgebildeten Apparatur die Ergebnisse Stoklassas nachgeprüft: Es zeigt sich, daß die von diesem Autor gefundenen 11 Hydratstufen nicht reell sind, sondern in einer fehlerhaften Konstruktion der Apparatur und Irrtümern bei der Bearbeitung des Zahlenmaterials beruhen. Die Untersuchung an Heulanditen von Bernfjord, Island (Analyse: 6,04 SiO<sub>3</sub> : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : CaO 5,48 H<sub>2</sub>O, wasserfreie Substanz) mit einer neuen Apparatur zeitigte folgende Ergebnisse: 1. Die Wassergehaltskurven des Heulandits (Entwässerung, Wiederwässerung) im  $t_x$ -Ffelde sind bis 6 Mol fast stetige Linien, es herrscht volle Reversibilität. Die Entwässerungsgleichgewichte sind auch weiterhin in gleicher Weise gereicht. 2. Die 3-Molstufe ist durch einen stärkeren Einschnitt der Wassergehaltskurven gekennzeichnet; die optische Inhomogenität der Metaheulandite gleicht sich hier aus. Diese Stufe stellt innerhalb der Metaheulanditreihe anscheinend einen stabilen Typ dar und zeigt Ähnlichkeit mit einer echten Hydratstufe. 3. Bei stärkerer Entwässerung unter die 6-Molstufe und Temperaturen über 186 bis 246° tritt Hysterese ein, insofern sich die Wiederwässerung verzögert. Die Wässerungskurven hysteretischer Metaheulandite markieren in deutlichen Hemmungen die molaren Proportionalstufen. Außer der schon von F. Rinne beobachteten 3-Molstufe heben sich am deutlichsten 4,0, 4,5 und 5 Mol heraus. Die Endgleichgewichte der Wässerung ordnen sich dennoch in stetige oder fast stetige Kurven ein. 4. Der Eintritt der Hysterese kann innerhalb gewisser Temperaturen hintangehalten werden (Untertrocknung unter die 6-Molstufe). Den Schluß der Arbeit bilden gittertheoretische Betrachtungen, die zu folgender Auffassung führen: 1. Die Wässerungsvorgänge sind kristalltopische Gitterreaktionen, keine Adsorptionsvorgänge im Sinne der Schwammtheorie. Im Gesamtwaasser sind Anteile verschiedener Bindung enthalten. 2. Die stetigen Gesamteffekte der Wässerungsvorgänge ergaben sich als Funktionen „innerer Gleichgewichte“ kettenartig gereihter pseudobinärer (-ternärer) Systeme, deren Gang von den Deformationen im Gitter abhängig ist. 3. Die inneren Deformationen sind die Folge der kristalltopischen Art der Wässerungsvorgänge und der eigentümlichen kristall-strukturellen Bedeutung der H<sub>2</sub>O-Gruppen. Diese unterscheidet die Zeolithe auch in ihren Proportionalwerten der Wässerung von „echten“ Hydraten. 4. Das innere Wässerungsgleichgewicht ist gitterkinetischer Art. — Die Ergebnisse der seit Dezember 1918 durchgeführten Untersuchungen des Verf. stimmen im wesentlichen mit denen einer gleichzeitigen unabhängigen Untersuchung am gleichen Material, die aus ähnlichen Veranlassungen heraus von O. Weigel ausgeführt worden ist, überein.

SCHIEBOLD.

**Wheeler P. Davey.** The Absolute Sizes of Certain Monovalent Ions. Phys. Rev. (2) 18, 102—104, 1921, Nr. 2. Bekanntlich hat W. L. Bragg zuerst nachgewiesen, daß der „Wirkungsradius“ der Atome bzw. Ionen in den Kristallen eine für jedes Element charakteristische Größe hat, die bei gleichartiger Valenzbeläfigung unabhängig von der Art der Gruppierung annähernd konstant ist. Während bei Bragg zur Bestimmung der Wirkungsradien nicht streng zwischen Atomen und Ionen unterschieden wird, versucht der Verf. hierzu nur Beziehungen zwischen Ionen heranzuziehen, die sich bei Benutzung der röntgenogrammetrischen Daten der Halogensalze ergeben. Der Berechnung wird die Annahme zugrunde gelegt, daß Ionen mit gleichen Elektronenzahlen, wie z. B. K<sup>+</sup> und Cl<sup>-</sup>, Rb<sup>+</sup> und Br<sup>-</sup>, Cs<sup>+</sup> und J<sup>-</sup>, die symmetrisch zu den entsprechenden Edelgasen stehen, die gleiche Größe und Gestalt haben. Ist  $d$  der kleinste Abstand ungleicher Ionen, dann folgt aus KCl ( $d = 3,13$ )

$K^+ = 1,56 \text{ \AA} = Cl^- = 1,56 \text{ \AA}$ , aus  $RbBr$  ( $d = 3,465$ )  $Rb^+ = 1,73 = Br^- = 1,73$ , aus  $CsJ$  ( $d = 4,58$ ):  $Cs^+ = 1,98 = J^- = 1,98$ , aus  $NaCl$  ( $d = 2,81$ )  $Na^+ = 2,81 - 1,56 = 1,25$ , aus  $KF$  ( $d = 2,69$ ):  $F^- = 2,69 - 1,56 = 1,13$ . Die Berechnung der Gitterkonstanten der übrigen Halogenalze, soweit ihre Struktur röntgenographisch gesichert ist, als einfache Summe der Durchmesser von Anion und Kation ergibt Übereinstimmung bis auf etwa 1 Proz. Fehler, worin der Verf. eine sichere Stütze seiner Annahme erblickt. — Eine große Schwierigkeit scheint darin zu liegen, daß  $Na^+$  und  $F^-$ , die doch gleichfalls gleiche Elektronenzahlen haben, nicht gleiche Wirkungsradien bekommen, da  $Na^+ = 1,25$  und  $F^- = 1,13$  wird. — Der Referent möchte hierzu vermerken, daß Bragg selbst die aus den Kristallen berechneten Atombereiche keineswegs mit ihrer absoluten Größe identifiziert, wie der Verf. annimmt, sondern ihnen zunächst überhaupt keine besondere physikalische Bedeutung beilegt. — Die Ausdehnung der Berechnung auf zweiwertige Ionen scheitert vorläufig an der Unsicherheit der kristallographischen Daten und der schwierigen Beschaffung des Materials.

SCHIEBOLD.

**Fr. Heinrich.** Röntgenstruktur-Untersuchungen an Blöcken und Knüppeln. Stahl u. Eisen 42, 540—542, 1922. Nr. 14. Folgende Eisensorten werden nach dem Laueschen Verfahren in Form dünner Blättchen von etwa  $\frac{1}{4}$  mm Stärke untersucht:

	Proz. C	Proz. P	Proz. Mn	Proz. S	Proz. Si
a) Weicheisen mit . . . . .	0,08	0,040	0,47	0,029	—
b) Nichtsiliziertes Eisen mit . . .	0,35	0,080	0,61	0,088	—
c) Silizierter Stahl mit . . . . .	0,56	0,056	0,84	0,062	0,36

Die erhaltenen Strahlbilder lassen sich in vier Typen einteilen: I. homogener konzentrischer Ring zu dem Zentralfleck; II. Zentralfleck mit zahlreichen Interferenzstreifen und scharf ausgeprägten -flecken; III. vom Zentralfleck symmetrisch strahlenförmig ausgehenden Streifen; IV. radiale, strahlenartige, in einzelnen Richtungen besonders betonte Streifen. Der Stahl c) gab im gegossenen Zustande ein Strahlbild vom Typ IV, im gewalzten dagegen vom Typ I, während die Gefügebilder keine Unterschiede zeigten. Der Typ IV läßt auf Kristallanordnung in bestimmten Richtungen schließen, was auf Vorgänge bei der Primärkristallisation oder auf mechanische nachträgliche Einwirkung zurückzuführen ist; hier dürfte die erste Ursache vorliegen zumal auch durch Ausglühen das Bild in den Typ I überging. Daß man dieses Bild auch beim gewalzten Material erhielt, ist dadurch zu erklären, daß die Schritte senkrecht zur Walzrichtung lagen. Beim Material a) ergab sich ein Strahlbild von Typ II, man darf daraus aber nicht auf ein grobkristallinisches Gefüge schließen; es erwies sich nur als wenig gleichmäßig. Andererseits macht sich die grobkristalline Struktur bei den aus der Blockmitte am Kopf entnommenen Proben von a) dadurch bemerkbar, daß hier die Interferenzpunkte am ausgeprägtesten sind.

BERNDT.

**R. Glocker.** Die praktische Durchführung von Röntgenstruktur-Untersuchungen. Stahl u. Eisen 42, 542—543, 1922, Nr. 14. Das Interferenzbild hängt ab von der Dicke der Proben, dem Querschnitt des Röntgenstrahlbündels, sowie der Härte und spektralen Ausdehnung der Röntgenstrahlung. Die günstigste Dicke ist bedingt durch die Durchlässigkeit des Materials und beträgt bei Stahl etwa 0,25 mm bei der Herstellung dieser Proben muß jede Gefügeänderung durch die Bearbeitung vermieden werden. Kleinere Querschnitte des Strahlbündels geben zwar schärfer

Interferenzbilder, erfordern aber auch lange Belichtungszeit, so daß man zu einem Kompromiß gezwungen ist; zu den Versuchen von Heinrich (s. d. vorstehende Ref.) wurde ein Bündel von etwa  $1\frac{1}{2}$  mm Durchmesser benutzt. Dabei erfolgten die Aufnahmen gleichzeitig an zwei Proben mit zwei verschiedenen Strahlenbündeln. Für praktische Zwecke ist ferner am günstigsten eine Strahlung mit einem Maximum zwischen 0,5 und 0,4 Å-E. Bei härterer Strahlung genügt zwar kürzere Expositionszeit, doch fallen dabei die Interferenzbilder dem Zentralfleck zu nahe. Langwelligere Strahlen geben zwar feinere Bilder, die Bestrahlungsdauer steigt aber dabei bis auf mehrere Stunden. Zur Vervollkommnung kann man die Einrichtung so treffen, daß noch eine größere Zahl von Proben gleichzeitig untersucht wird, ferner muß nach einer Röntgenröhre gesucht werden, welche möglichst jene günstigste Strahlung intensiv gibt; auch die photographischen Platten müßten noch durch Steigerung ihrer Empfindlichkeit verbessert werden. — In der Diskussion berichtet F. Wever über die am Kaiser Wilhelm-Institut ausgeführten Arbeiten, über deren Ergebnisse bereits nach den Veröffentlichungen berichtet wurde.

BERNDT.

**A. Debierne.** Sur la diffraction des rayons X par les liquides. C. R. 173, 140—142, 1921, Nr. 3. Der Verf. hat ohne Kenntnis der zeitlich vorangehenden diesbezüglichen Arbeiten von P. Debye Untersuchungen über die Beugung von Röntgenstrahlen in Flüssigkeiten angestellt. Seine Methode und die Ergebnisse sind im wesentlichen die gleichen wie bei Debye. Es treten verwaschene Beugungsringe auf, die sich zum Teil gut unterscheiden ließen. Untersucht wurden Methylenjodid, Benzol, Brombenzol und ähnliches, sowie einige Mischungen. Über die Einzelheiten soll noch berichtet werden. Die vom Verf. vorgeschlagene Erklärung steht in gewissem Gegensatz zu Debye. Es wird angenommen, daß in Flüssigkeiten, wie auch in den echt amorphen Substanzen die Zerstreuungszentren nach Zufall verteilt sind, aber doch so, daß eine gewisse mittlere Entfernung existiert. Dann entstehen eine Anzahl Beugungskegel, deren Durchmesser mit der Wellenlänge zunehmen. Bei heterogener Strahlung überlagern sie sich. Mathematische Deduktionen fehlen fast gänzlich. SCHIEBOLD.

**Albert W. Hull.** Die Kristallstruktur der gewöhnlichen Elemente. Journ. Franklin Inst. 193, 189—216, 1922, Febr. Die bisher erlangten Untersuchungsergebnisse der X-Strahlenkristallanalyse sind in einer Tabelle zusammengestellt und durch graphische Darstellung erläutert. Die verschiedenen bekannten Untersuchungsmethoden sind kurz beschrieben. Um die Beziehungen zwischen der Kristallstruktur und den chemischen Eigenschaften der Elemente zu veranschaulichen, sind die Daten in eine Mendelejewsche Atomgewichtstabelle eingetragen. Es zeigt sich, daß Elemente in der gleichen vertikalen Reihe gleiche Kristallstruktur haben, ausgenommen sind hier von Fe, Pb und Th. Es wäre verfrüh, die periodischen kristallinischen Eigenschaften durch Modelle der Atomstruktur zu erklären. Klar ist indessen, daß die Kristallstruktur dieselbe periodische Funktion von der Atomzahl ist wie das chemische Verhalten. Die gemeinsame Ursache hierzu liegt sicherlich in der Anzahl und Konfiguration der Elektronen in der äußeren Schale des Atoms. Am Schluß erörtert der Verf. noch an Hand der Tabellen den Durchmesser der Atome und seine Beziehungen zu dem wirklichen Durchmesser der äußeren Elektronenschale. \* JUNG.

**L. W. Mc Keehan.** Der Einfluß der Form und der Dimensionen der Probe auf die Genauigkeit der X-Strahlen-Kristallanalyse mittels der Pulvermethode. Journ. Franklin Inst. 193, 231—242, 1922, Febr. Theorie und Untersuchungen haben bewiesen, daß, falls eine große Genauigkeit in der Analyse stark absorbierender Kristalle wünschenswert ist, bei Anwendung der X-Strahlenanalyse mittels der Pulver-

methode eine dünne Platte einem Zylinder vorzuziehen ist. Falls die zylindrische Form unvermeidlich ist, muß der kleinste Durchmesser gewählt werden, der eine meßbare Photographie gibt.

\*JUNG.

**A. Goetz.** Untersuchungen über den Zerstäubungsvorgang glühender Wolframdrähte. Phys. ZS. 23, 136—142, 1922, Nr. 6. Gegen die Sublimationstheorie der Zerstäubung spricht das verschiedene Verhalten sonst identischer Lampen verschiedener Herkunft, die gesteigerte Zerstäubung bei Wechselstromheizung und ihr Fehlen bei Einkristalldrähten, sowie die Tatsache, daß der Niederschlag aus regellos verteilten W-Splittern besteht, deren Größe von der Geschwindigkeit des Zerstäubungsvorganges abhängt. Die mikroskopische Untersuchung geätzter Drähte zeigt, im Gegensatz zu den regelmäßig rekristallisierten Drähten, in der Gasatmosphäre Kristallite der verschiedensten Größe, die durch schmälere und breitere Streifen der bei der Herstellung zugesetzten Zwischensubstanz getrennt sind; die Breite wächst bei höheren Zerstäubungsgraden auf Kosten der schmäleren Streifen; schließlich wird ein Komplex von Kristalliten herausgebrochen. Bei raschem Temperaturanstieg sind sie an der Glaswand oft mit bloßem Auge zu erkennen. Die Erklärung liegt in dem großen Okklusionsvermögen der Zwischensubstanz (Thoriumoxyd); da diese mit steigender Temperatur abnimmt, so wird bei schnellem Temperaturanstieg das an sich schon lockere Kristallgefüge des Drahtes gewaltsam verschoben und die Oberfläche zerrissen. Dieser Vorgang ist gleichzeitig mit einer Befestigung der stehengebliebenen Kristallite verbunden, die unter Umständen sogar zusammenschweißen. Bei langsamem Anheizen kann dagegen ein Teil der Gase durch Diffusion entweichen, so daß die Zerstäubung geringer wird. Bei dem in der Regel vorliegenden unterbrochenen Betriebe erfolgt nach dem Erkalten erneute Okklusion, so daß sich der Vorgang wiederholt und die Lebensdauer herabgesetzt wird. Daß die Zerstäubung in einer N-Atmosphäre geringer ist, liegt daran, daß sich ein Gleichgewichtszustand zwischen okkludierten und absorbierten Gasmengen einstellt, dessen Fehlen vielleicht die Bedingung für den Eintritt der Zerstäubung ist. Ziel der Bearbeitung muß demnach weitgehendste Ausscheidung der okkludierenden Zwischensubstanz sein. Diese Anschauungen begründen auch die früher angegebene Methode zur Prüfung des Reinheitsgrades des Vakuums (Diss. Göttingen 1921) und die „Ungültigkeit“ des Richardson-schen Gesetzes bei niedrigen Temperaturen.

BERNDT.

**Zay Jeffries and R. S. Archer.** Grain Growth and Recrystallization in Metals. I. Definitions. Chem. and Metallurg. Eng. 26, 343—345, 1922, Nr. 8. Warmbearbeitung eines Metalls bewirkt eine Verfeinerung der Struktur; durch Erhitzen auf höhere Temperatur bilden sich wieder größere Körner. Durch Kaltbearbeitung wird ein Spannungszustand im Metall hervorgerufen. Bei einer bestimmten Temperatur wird das deformierte Korn durch neue gleichachsige ersetzt, d. h. solche, deren Achsen gleichmäßig verteilt sind. Diese Änderung aus dem gespannten in den spannungsfreien Zustand wird als Rekristallisation bezeichnet. Die untersten Rekristallisationstemperaturen liegen angenähert für die einzelnen Metalle bei sehr starker Kaltbearbeitung bei folgenden Temperaturen: Fe 450°, Ni 600°, Au 200°, Ag 200°, Cu 200°, Al 150°, Pt 450°, Mg 150°, Ta 1000°, W 1200°, Mb 900°, Zn 20°, Pb und Sn unter 20°, Cd 20°. Die Rekristallisationstemperatur liegt um so niedriger, je stärker die Kaltbearbeitung und je tiefer die Bearbeitungstemperatur war, je reiner das Metall und je kleiner die Körner im ursprünglichen Zustande waren und je länger die Expositionszeit ausgedehnt wurde. Eisen steht darin allein, daß auch infolge seiner allotropen Änderung Kornwachstum auftreten kann. Die mittlere Korngröße

bestimmt man am besten durch Ermittlung der Zahl der Kristalle in einem bestimmten Kreise. Die Quadratwurzel aus der mittleren Korngröße gibt den mittleren Durchmesser. Bei gestreckten Kristallen zählt man besser die von einer bestimmten Geraden geschnittenen Körner, wobei diese sowohl in der Bearbeitungsrichtung wie senkrecht dazu zu ziehen ist. Die sich beim Kokillenguß bildenden senkrecht zur Wand stehenden länglichen Kristalle sind frei von Spannung.

BERNDT.

**A. Jeffries and R. S. Archer.** Grain Growth and Recrystallization in Metals. II. Experimental Data and General Laws. Chem. and Metallurg. Eng. 3, 402—410, 1922, Nr. 9. Auf Grund der bisher veröffentlichten Ergebnisse, die auch unter Beifügung von Metallographien eingehend erörtert werden, werden folgende Schlußfolgerungen über das Kornwachstum gezogen: bei gegossenen Metallen ist das Korn gewöhnlich um so kleiner, je schneller die Abkühlung erfolgt; falls sie im festen Zustande keine Phasenänderung erleiden, kann ihre Korngröße durch Erhitzen unterhalb des Schmelzpunktes nicht merklich geändert werden. Kornwachstum im festen Zustand tritt ein bei bearbeiteten Metallen, gepreßten Pulvern, elektrolytisch edergeschlagenen Metallen, bei Eisen, wenn es eine allotrope Zustandsänderung erleidet, und bei Legierungen, die im festen Zustand eine neue Phase bilden. Die Rekristallisationstemperatur ist um so niedriger, je größer der Deformationsbetrag, kleiner die Körner vor der Deformation, je reiner das Metall, je niedriger die Deformationstemperatur und je länger die Erhitzungszeit waren. Nach vollkommener Rekristallisation sind die Körner um so kleiner, je niedriger die Rekristallisations temperatur und je kürzer die Erhitzungszeit war. Mit höherer Temperatur erfolgt das Kornwachstum schneller, so daß in der Nähe des Schmelzpunktes schon häufig wenige Sekunden genügen, um das maximale Korn hervorzurufen. Einige Ungleichmäßigkeiten, wie Anwesenheit verschieden großer Körner, Spannungs temperatur-, Konzentrationsgradienten und ungleichförmige Materialverteilung, die durch Anwesenheit eines fremden Körpers oder einer zweiten Phase bedingt ist, geben Veranlassung zur Bildung sehr großer Körner, was als Keimung (germination) bezeichnet wird.

BERNDT.

**A. Jeffries and R. S. Archer.** Grain Growth and Recrystallization in Metals. III. Underlying Causes. Chem. and Metallurg. Eng. 26, 449—457, 1922, Nr. 10. Die Ergebnisse der Durcharbeitung der bisher veröffentlichten Arbeiten sind wie folgt zusammengefaßt: Kristallkernbildung tritt nur beim Erscheinen einer neuen kristallinen Phase auf, die entsteht bei Erstarrung, allotroper Umwandlung, Ausscheidung aus fester Lösung oder elektrolytischem Niederschlag, wovon die beiden ersten die wichtigsten sind. Die Kristallkerne wachsen nicht durch Absorption aus der verschwindenden Phase, sondern auch voneinander. Das Kornwachstum röhrt in dem Bestreben der Metalle her, die Form der größtmöglichen physikalischen Stabilität anzunehmen. Auf das Kornwachstum haben den größten Einfluß geringe Korngröße und Anwesenheit verschieden großer Körner; es wird gehindert durch Anwesenheit von Verunreinigungen und die Trägheit bei tiefen Temperaturen. In Anzug auf das Kornwachstum gibt es einen metastabilen Zustand, bei welchem die es wirkenden Kräfte nicht ausreichen, um die ihm entgegenwirkenden Widerstände zu überwinden. Mit steigender Temperatur nähert sich die Bedingung dieses scheinbaren Gleichgewichtes der maximalen Stabilität. Die Rekristallisation besteht im wesentlichen in einem submikroskopischen Kornwachstum und die Keimung in dem vorzughalteten Wachsen gewisser durch ihre Größe bevorzugter Körner; die dazu notwendigen Bedingungen sind Anwesenheit verschieden großer Körner und eine solche

Temperatur, daß die großen schneller als die kleinen wachsen können. Namentlich ein kritischer Betrag von fremden Stoffen begünstigt die Bildung dieser Wachstumsgeschwindigkeit.

BERND

**E. L. Janitzky.** Mass in the Heat Treatment of Steel. A Suggested Formula for Calculating the Brinell Hardness from Given Data — Applicable to Alloy and Carbon Steels. *The Iron Age* 109, 658—659, 1922, Nr. 10. [S. 558.]

BERND

**H. J. French, W. George Johnson.** Effect of heat treatment on the mechanical properties of 1 per cent carbon steel. *Techn. Pap. Bur. of Stand.* 1922, Nr. 206. [S. 558.]

BERND

**Edward C. Groesbeck.** Influence of phosphorus upon the microstructure and hardness of low-carbon, open-hearth steels. *Techn. Pap. Bur. of Stand.* 16, 1—33, 1921, Nr. 203. Für die Untersuchungen dienten zwei Stahlsorten aus dem sauren und dem basischen Siemens-Martinofen der folgenden Zusammensetzung: 0,12 Proz. C, 0,36 Proz. Mn, 0,020 bis 0,022 Proz. Si, 0,036 bis 0,037 Proz. S, 0,012 bis 0,014 Proz. Cu und verschiedenen P-Gehalten von 0,008 bis 0,115 (in fünf Stufen), dem sonst vorkommenden etwa entsprechen. Die auf 900° erhitzen Proben wurden zwischen 750 und 600° mit folgenden Zeiten abgekühlt: 4, 2, 1 Stunde; 30, 15 und 5 Minuten. Die Verteilung der Korngrößen und Perlitflächen war sehr unregelmäßig, besonders in den Proben aus dem sauren Siemens-Martinofen, doch ergab sich kein Zusammenhang zwischen dieser Unregelmäßigkeit der Struktur und Korngroße zu dem Phosphorgehalt und der Wärmebehandlung. Die unregelmäßige Mikrostruktur fand sich auch in der ungleichförmigen Verteilung des Phosphors wieder. Zwischen seinem Gehalt und der Skleroskophärté bestand kein Zusammenhang, während die Brinethärté mit steigendem Phosphorgehalt, wenn auch unregelmäßig, zunahm. Im Zusammenhang mit der Ferrit- und der Perlitstruktur und ihr anscheinend überlagerten Zonen fanden sich zellenähnliche Netzfiguren; sie entsprechen in ihrer Lage vollständig den beim Ätzen mit dem Steadschen Reagens erhaltenen Figuren; daraus folgt, daß beide von derselben Ursache, nämlich der Gegenwart des Phosphors, herrühren. Diese Ansicht wird auch durch eine Reihe von Nebenerscheinungen gestützt. BERND

**A. H. D'Arcambal.** Various methods for hardening high-speed steel. *Am. Mach.* 56, 212—213, 1922, Nr. 6. Bei Benutzung von Bariumchloridbädern kommt man nur auf Temperaturen von 1093° bis 1143°, was zu niedrig ist; zuweilen tritt außergewöhnliche Zunderung sowie Blasen- und Narbenbildung ein; ferner ist die Lebedauer der Graphittiegel sehr gering. Neuerdings wird ein Salz benutzt, das bis 1204° zu gehen gestattet. Bei Einsatzhärtung ist die Abschrecktemperatur gleichfalls zu niedrig und tritt außerdem eine Kohlung ein, was durch Skleroskop- und metalgraphische Proben bestätigt wurde. Bleibäder scheiden aus dem Grunde aus, weil die Dampfspannung des Bleis bei 1204° bereits 20 mm beträgt. Am besten werden deshalb Halbmuffelöfen mit Öl- oder Gasfeuerung verwendet. Die Arbeitsstücke sollen auf 816° bis 871° vorgewärmt und dann in den Muffelofen gebracht werden, dessen Temperatur über der gewünschten zu halten ist. Nachteilig ist hierbei die Zunderung, die aber durch geeignete Vorwärmung und Mischung von Gas und Luft verringert werden kann.

BERND

**Charles F. Brush.** Spontaneous generation of heat in recently hardened steel. *Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia* 54, 154—164, 1915, Nr. 217. Die Wärmeentwicklung frisch gehärteter Stahlstücke der Zusammensetzung 1,14 Proz. C, 0,31 Proz. Mn, 0,21 Proz. Si, 0,016 Proz. S, 0,012 Proz. P wurde nach einer Art Differentialv

hren durch Ermittlung der Temperatur in zwei Dewarschen Flaschen bestimmt, die kupferne Hohlyzylinder zwecks besserer Gleichmäßigkeit gebracht waren. In sie kamen 12 Stäbe von 5" Länge und  $\frac{1}{2}$ " Durchmesser. Der höchste Temperaturanstieg betrug etwa  $3^{\circ}$ ; er war noch nach einem Monat zu beobachten. Nach Abzug der Isolationsverluste berechnet sich die Höchsttemperatur zu  $5^{\circ}$ ; die entwickelte Wärmemenge würde ausgereicht haben, um die Eisenprobe 800' hoch zu heben. Bei einem legierten Stahl mit 16,77 Proz. W, 5,45 Proz. Cr, 0,59 Proz. C verlief die Wärmeentwicklung ähnlich, war aber etwas geringer. Die Bestimmung der Dichte an einem Stahl ergab im Anlieferungszustande 7,8507, nach dem Härteln 7,8127, nach dem Glühdauanlassen 7,8350 und nach dem Ausglühen 7,8529. Die Längen der Stäbe, die mittels eines besonderen Apparates mikroskopisch bestimmt wurden, betrugen, wenn man die Länge des ausgeglühten Stückes gleich 100 setzt, nach dem Härteln 100,383, nach der freiwilligen Schwindung 100,332, nach dem Gelbanlassen 100,182, nach dem Glühdauanlassen 100,131. Die gesamte Volumenänderung machte somit etwa 1 Proz. aus. Die Schwindung ist aber nicht die Ursache der Wärmeentwicklung, da diese einige Hundert Mal größer ist; sie ist auch nicht auf eine Änderung der spezifischen Wärme zurückzuführen; ihre Ursache ist die Auslösung der inneren Spannungen (und die Gefügeumwandlungen; d. Ref.).

Die Bestimmung des Elastizitätsmoduls im weichen und gehärteten Zustand führte nicht zum Ziel, da die Viskosität im letzteren Falle größer ist. BERNDT.

**George K. Burgess.** Steel rails from sink-head and ordinary rail ingots. Techn. Pap. Bur. of Stand. Nr. 178, 61 S., 1920. [S. 559.] BERNDT.

**Fax Dreifuss.** Tellur-Bleilegierungen und Tellur-Antimon-Bleilegierungen. ZS. f. Elektrochem. 28, 100—101, 1922, Nr. 3/4. Pb-Te-Legierungen lassen sich auf direktem Wege wegen des großen Abbrandes nur bis zu etwa 0,2 Proz. Te herstellen. Besser geht dies, wenn man in geschmolzenes Sb zunächst Te einführt und dieser Legierung Sb-Pb-Legierungen oder reines Pb zusetzt. Bei 600 bis 700° erhält man wegen der desoxydierenden Wirkung des Te eine dünnflüssige Legierung mit spiegelglatter Oberfläche, in der sich auch kleine Cu-Mengen glatt lösen. Selbst ein Zusatz von über 2 Proz. Te beeinflußt aber die Härte und Druckfestigkeit der Sb-Te-Legierungen nur unwesentlich. Zusatz von nur 5 bis 6 Proz. Sn zum Hartblei schafft weit günstigere Verhältnisse. Versuche zum Zusatz von größeren Mengen von Sn zeigten wieder sehr große Verluste; auch beim Umschmelzen von Te-Legierungen wurde der Te-Gehalt wesentlich verringert. BERNDT.

**Günther-Schulze.** Die Abhängigkeit der Basengleichgewichte im Permutit von der Konzentration der umgebenden Lösung. ZS. f. Elektrochem. 28, 85—89, 1922, Nr. 3/4. Verf. stellt folgendes Problem: Das Verhältnis zweier Basen im Permutit sei gegeben und konstant. Wie ist das Verhältnis der beiden Basen in der umgebenden Lösung mit der Konzentration dieser Lösung zu ändern, wenn das Gleichgewicht zwischen Lösung und Permutit bestehen bleiben soll? Die Untersuchung dieses Problems mit Hilfe der drei Systeme

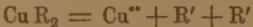
1.  $\text{NH}_4\text{—Ag}$
2.  $\text{NH}_4\text{—Cu}$
3.  $\text{NH}_4\text{—La}$

gibt, daß im Einklang mit den Forderungen des Massenwirkungsgesetzes bei einwertigen und ein-dreiwertigen Basen das Gleichgewichtsverhältnis in der Lösung gleich mit der Konzentration Null wird, während es bei ein-zweiwertigen Basen von Null verschiedenen Wert behält.

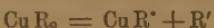
Ferner zeigt sich, daß das Verhältnis der Ionenkonzentration von Ag und N (bei Nitraten) durchaus nicht von der Verdünnung der Lösung unabhängig ist obwohl  $\text{AgNO}_3$  und  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , jedes für sich betrachtet, bei gleichen Konzentrationen nahezu gleichweit dissoziiert erscheinen. Bei Cu und mehr noch bei La ist die Beeinflussung der Ionenkonzentration der beiden Kationen durch das  $\text{NH}_4$  sehr groß. — Alle Untersuchungen über die Abhängigkeit der Basengleichgewichte im Permutit von den Basengleichgewichten der Lösung, die mit Gesamtkonzentrationen statt mit Ionenkonzentrationen arbeiten, vermögen keine Aufschlüsse über die die Gleichgewichte beherrschenden Gesetzmäßigkeiten zu bringen, da die Grundlage dieser Gesetzmäßigkeit, die Ionenkonzentration in der Lösung, nicht nur von der Gesamtkonzentration weitgehend abweicht, sondern sich auch mit dem Verteilungsverhältnis der Basen in unbekannter Weise ändert.

GÜNTHER-SCHULZE

**A. Günther-Schulze.** Die Ermittlung der Selbstkomplexbildung in wässrigen Lösungen von Kupfersalzen mit Hilfe des Permutits. ZS. f. Elektrochem. 28, 89—99, 1922, Nr. 3/4. Wenn ein Permutit, z. B. Kaliumpermutter, in ein wässrige Salzlösung gebracht wird, so wandern so lange Kaliumionen aus dem Permutit in die Lösung und im Austausch Kationen aller in der Lösung vorhandener Kationenarten in den Permutit, bis das für jede Kationenart charakteristische Verteilungsgleichgewicht erreicht ist. Die Frage, ob in einer Lösung irgend eine komplexe Kationenart anwesend ist, läßt sich also mit Hilfe von Permutit prüfen, indem festgestellt wird, ob sie in den Permutit eingewandert ist. Verf. wendet dieses Verfahren zur Prüfung der Frage an, ob Kupfersalze in wässriger Lösung nach dem Schema



(wo R ein einwertiges Säureradikal ist) oder nach dem Schema



dissoziieren und ob in konzentrierten Lösungen noch höhere Komplexe vorhanden sind. Die bisher zur Entscheidung dieser Fragen benutzten Methoden hatten sämtlich nur zu Mutmaßungen über die Art der Komplexbildung geführt. — Die Untersuchung mit Hilfe des Permutits ergab folgendes: Die einfachen komplexen Kationen  $\text{CuR}_2$  sind in fast sämtlichen untersuchten Kupfersalzlösungen selbst bei den größten untersuchten Verdünnungen (0,04 n) vorhanden. Der sichere Nachweis der höheren Komplexe  $\text{Cu}_2\text{R}'_3$  läßt sich jedoch nur bei den konzentrierten Lösungen von  $\text{CuCl}_2$  und  $\text{CuBr}_2$  zwingend erbringen, während bei den anderen Salzen sich eine derartige höhere Komplexbildung wohl vermuten läßt, aber jedenfalls nicht in so großem Umfang vorhanden ist, daß sich nach der hier benutzten Methode zwingende Schlüsse ziehen lassen. Die Komplexität der Kupfersalzlösungen nimmt bei gleicher Konzentration mit der Stärke der Säure zu und ist außerdem bei den Halogensäuren größer als bei den gleichstarken Sauerstoffsäuren.

GÜNTHER-SCHULZE

## 5. Elektrizität und Magnetismus.

**Hartmut Kallmann.** Über die Kohlenoxyd-Sauerstoffkette mit Glas als Elektrolyt. ZS. f. Elektrochem. 28, 81—85, 1922, Nr. 3/4. Die Arbeit schließt an eine Untersuchung an, welche F. Haber und Moser über denselben Gegenstand ausgeführt haben (ZS. f. Elektrochem. 11, 593, 1905). Der benutzte Apparat war nur eine Modifikation des von den genannten Forschern benutzten, gestattete jedoch, unter stark verminderter Druck (bei 500°) zu arbeiten, um Gasgemische mit höherem Gehalt an Kohlenoxyd verwenden zu können. Für die elektromotorische

raft der stromliefernden Reaktion  $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2$  leitet der Verf. die Gleichung  $E = 1,118 - 0,0707 \log \frac{p_{\text{CO}_2}}{p_{\text{CO}} \cdot p_{\text{O}_2^{1/2}}}$  ab, die um etwa 2 Proz. kleinere Werte ergibt, als die früher von Haber aufgestellte Gleichung. Die Messungen wurden meist bei 70 mm Druck ausgeführt, boten aber zunächst insofern Schwierigkeiten, als das vor dem Einfüllen des CO/CO<sub>2</sub>-Gemisches gemessene Sauerstoffpotential einen anderen (niedrigeren) Wert ergab, als das nach Beendigung der unter sich nicht übereinstimmenden Messungen mit dem CO/CO<sub>2</sub>-Gemisch abermals gemessene Sauerstoffpotential. Der Grund dafür, daß die Platinelktrode im Innern des Gefäßes während der Messungen edler (sauerstoffartiger) wurde — die Steigerung betrug höchstens 0,33 Volt —, ist in einer Veränderung der Platinelktrode durch das CO/CO<sub>2</sub>-Gemisch zu suchen, deren Natur nicht aufgeklärt wurde. Vergleichbare Werte wurden erhalten, als vor den maßgeblichen Messungen der Platinbelag des Glases chemisch entfernt und das Glas jedesmal neu platinirt wurde. Das CO/CO<sub>2</sub>-Potential stellte sich dann im Verlauf von 1/2 Stunde ein und blieb ebenso lange (bis auf 1 Millivolt) konstant. Die so gemessenen Werte wichen nur um Bruchteile eines Prozentes von dem theoretisch berechneten ab. Auch bei Drucken von 1 mm Quecksilber und Gemischen mit 10 Proz. Kohlenoxyd wurden noch übereinstimmende Potentialwerte erhalten, dagegen nicht bei noch kleineren Drucken.

BÖTTGER.

**J. Freundlich und A. Gyemant.** Thermodynamischer und elektrokinetischer Potentialsprung an der Grenzfläche zweier Flüssigkeiten. ZS. f. phys. chem. 100, 182—196, 1922. Im Anschluß an die Untersuchung, welche der erste der beiden Verff. gemeinsam mit Rona (Berl. Ber. 1920, S. 397; diese Ber. 1, 1493, 1920) ausgeführt hat, wurde das thermodynamische Potential  $\varepsilon$  und das elektrokinetische Potential  $\zeta$  der Flüssigkeiten Phenol, Guajacol, Benzonitril und Anilin gegen die wässrigen Lösungen einer Anzahl von Elektrolyten gemessen, das  $\varepsilon$ -Potential mit einer Kettenanordnung nach Beutner (Die Erzeugung galvanischer Ströme im lebenden Gewebe, Stuttgart 1920), das  $\zeta$ -Potential auf Grund der mikroskopisch bestimmten, kataphoretischen Wanderungsgeschwindigkeit der Flüssigkeitströpfchen. Die beiden Potentiale erweisen sich entsprechend der von Freundlich und Rona vertretenen Einsicht als weitgehend unabhängig voneinander. So wurden die negativ geladenen Tröpfchen bei der Kataphorese, gemäß einer allgemeinen Erfahrung, durch die Ketten entladen und umgeladen, besonders stark durch mehrwertige wie Al<sup>+++</sup> und Cu<sup>++</sup>, während ein ähnlicher Einfluß beim  $\varepsilon$ -Potential nicht vorhanden war. Nicht im Widerspruch mit dieser Unabhängigkeit ist eine gewisse Symbiose zwischen  $\varepsilon$ - und  $\zeta$ -Potential, die bei organischen Ionen zutage tritt. So wirken die Kationen basischer Farbstoffe und der Alkaloide auf beide positivierend, die Anionen organischer Säuren feist auf beide negativierend. Aber auch hier gibt es auffallende Ausnahmen und große Verschiedenheiten in der Größenordnung der Wirkung. Für beide Potentiale wurden früher aufgefundene Regelmäßigkeiten bestätigt: Für das  $\varepsilon$ -Potential war das Teilungsverhältnis der Ionen maßgebend; die organische Flüssigkeitsphase war um so stärker positiv oder negativ, je löslicher das Kation bzw. das Anion in der Flüssigkeit war. Für das  $\zeta$ -Potential kam es für die Entladung und positive Aufladung der Tröpfchen auf die Adsorbierbarkeit und Wertigkeit der Kationen an; daher übten mehrwertige Kationen und die Kationen der basischen Farbstoffe eine besonders starke Wirkung aus. Alle vier Flüssigkeiten erweisen sich gegen reines Wasser bezüglich des  $\zeta$ -Potentials als negativ geladen; auch das Anilin, trotz seines basischen Charakters. Dies entspricht der häufigen Erfahrung, daß gegenüber reinem Wasser die negative Aufladung der Stoffe die bevorzugtere ist.

BÖTTGER.

**P. Walden.** Über die  $\lambda$ -V-Kurven in nichtwässerigen Lösungen binärer Elektrolyte. ZS. f. phys. Chem. 100, 512—531, 1922. Es wird ausgeführt, daß die an den Leitfähigkeitsmessungen anzubringende Viskositätskorrektion  $\eta_v - \eta_\infty$ , wo  $\eta_v$  die Viskosität bei der Verdünnung  $v$  und  $\eta_\infty$  diejenige bei unendlicher Verdünnung ist, nicht die einzige notwendige Korrektion für die  $\lambda_v$ -Werte in endlichen Verdünnungen ist, daß ihre alleinige Anwendung sogar unter Umständen (z. B. beim  $\text{LiClO}_3$ ) zu widersinnigen Folgerungen in bezug auf den Dissoziationsgrad führen kann. Die molekularen Leitfähigkeiten müssen, will man auf elektrochemischem Wege einerseits, auf osmotischem und kryoskopischem andererseits zu vergleichbaren Zahlen gelangen, statt auf das Volumen der Lösung auf dasjenige des Lösungsmittels zurück geführt werden, d. h. es ist  $\lambda_{\text{korr.}} = \kappa(V - V_{\text{Salz}}) = \kappa \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}$ . Dazu kommen noch andere Gründe für den anomalen Wert von  $\lambda$  und damit für  $a = \lambda/\lambda_\infty$ , von denen die Solvatation der Ionen und deren Veränderung mit der Verdünnung, die Beeinflussung der Dissoziation infolge der Veränderung des Dielektrikums durch gelöste Salze sowie die Änderung der Ionenbeweglichkeit in großer Konzentration hervorgehoben werden. Der ganze Komplex dieser Erscheinungen bedingt in Verbindung mit der chemischen Natur des gelösten Salzes einen normalen Verlauf der  $\lambda$ -V-Kurve, auf den Verf. in früheren Veröffentlichungen (namentlich Bull. de l'Acad. Imp. des Sc. St. Pétersbourg 1913, S. 907, 987, 1075) wiederholt hingewiesen hat. Wird  $\lambda$  ohne jede Korrektion benutzt, so setzen sich die Kurven für schwächere Ionisierungsmittel aus drei Ästen zusammen, die durch ein Maximum und durch ein Minimum voneinander getrennt sind. Die Lage des Minimums kann durch die Beziehung  $\varepsilon \sqrt[3]{V_{\text{Min.}}} = \text{konst}$  abgeleitet werden, in der  $\varepsilon$  die Dielektrizitätskonstante und  $V_{\text{Min.}}$  die Verdünnung ist, bei der das Minimum der Leitfähigkeit auftritt. Der Wert der Konstanten liegt jedoch nach der Natur des Salzes zwischen 33 und 38; der Mittelwert ist 36. Die Erörterungen über den Einfluß, den eine etwaige Änderung der Konstitution des Elektrolyten möglicherweise auf die Abnahme der molekularen Leitfähigkeit ausüben kann und die den Schluß der Abhandlung bilden, sind von wesentlich chemischem Interesse.

BÖTTGER

**Megh Nad Saha.** The Atomic Radius and the Ionisation Potential. Nature 107, 682—683, 1921, Nr. 2700. [S. 564.] FRANCK

**Erich Brandt.** Über die Ionisierungs- und Anregungsspannungen des Stickstoffs. ZS. f. Phys. 8, 32—44, 1921, Nr. 1. [S. 563.] FRANCK

**G. Holst und E. Oosterhuis.** Opmerking over de chemische werking van geioniseerde gassen. Physica 2, 48—49, 1922, Nr. 2. Als Verff. einige Volt Spannung an eine mit Chlor gefüllte Röhre mit Glühkathode und kalter Anode legten, bemerkten sie, daß die Anode relativ sehr stark angegriffen wurde. Das schreiben Verff. u. a. dem Umstande zu, daß die entstandenen positiven Chlorionen öfters zwei Elektronen aufnehmen, speziell, wenn sie sich der von einer Elektronenwolke umgebenen Glühkathode nähern, dann aber zurückkehren, daß dagegen die negativen Cl-Ionen mit gewaltiger Geschwindigkeit (übereinstimmend mit derjenigen der Elektronen aus einer Ionenquelle von 11 000°) auf die Anode prallen. N. H. KOLKMEIJER.

**Walter Kehse.** Beginn der Streifenentladung in Luft und unter Öl. Elektrot. ZS. 42, 1064—1066, 1921, Nr. 38 und 43, 198, 1922, Nr. 6. Aus einer Anzahl von Laboratoriumsmessungen wird eine Berechnungsweise zur Vorausbestimmung des Anfangs der Streifenentladung in Luft und unter Öl entwickelt, die sich zwischen zweikonzentrischen Belegen eines Isolators (Zylinderfunkentstrecke) ausbildet. Wird beispiels-

ie Papier unter Öl als Isolator verwandt, so genügen bereits kurze Streifenent-  
ungen, um die Papierrohre zu beschädigen, d. h. kurz nach dem Versuch scheinen  
unverletzt, am Rohr blättern aber nach wenigen Tagen die obersten Schichten ab.  
die primäre und sekundäre Wickelung von Transformatoren ebenfalls als kon-  
trische Belege aufgefaßt werden können, so lassen sich die rechnerischen Ergebnisse  
theoretisch verwerthen. Die gefundenen Werte werden von Klein im folgenden Referat  
Elektrot. ZS. 43, 198, 1922, indem er nach Kleins Formeln einige Beispiele prak-  
tisch durchrechnet, die schlechte Übereinstimmung zeigen. H. KOST.

**A. Klein.** Erwiderung auf vorstehende Arbeit. Elektrot. ZS. 43,  
—198, 1922, Nr. 6. Die von Kehse in vorstehender Arbeit mitgeteilten rechneri-  
chen Daten werden auf allgemeiner theoretischer Grundlage für konzentrische Zylinder  
abgeleitet. Verf. findet genügend Übereinstimmung mit den empirisch gefundenen  
Werten. H. KOST.

**E. Guye et P. Mercier.** Recherches complémentaires sur le Potentiel  
élosif dans l'anhydride carbonique aux pressions élevées. Arch. sc.  
et nat. (5) 4, 27—37, 1922, Jan./Feb. Die Nachprüfung des Paschenschen  
Gesetzes wird für Funkenpotentiale in  $\text{CO}_2$  bis zu Drucken von 50 Atm. mit der  
allgemeineren Versuchsanordnung (diese Ber. S. 221) fortgesetzt. Bei halbkugelförmigen  
Elektroden von 15 mm Durchmesser gleichen die Ergebnisse denen mit anderen Gasen.  
Bei Beachtung wird der Veränderung gegeben, die die Elektroden durch den  
Funkenübergang erfahren, weil sich durch diese Veränderungen auch das Funken-  
potential ändert. Um die Messungen regelmäßig zu machen, ist die Verwendung künst-  
licher Ionisation unerlässlich. Dafür werden abwechselnd die Nernstlampe, Röntgen-  
strahlen geringer Härte und Radium verwandt. Der Elektrodenabstand wird von 0.5  
bis 5 mm verändert. Sieht man von den Ergebnissen mit dem kleinsten Elektroden-  
abstand ab, so wird das Paschensche Gesetz in der Form  $V = F(pa)$  mit einer  
Annäherung von 2 Proz. bis zu 25 Atm. bestätigt und in der neuen Form  $V = F(Ma)$   
(siehe das folgende Referat)  $M$  = absolute Gasdichte mit einer Annäherung von 3 Proz.  
bis zu 20 Atm. Trotzdem hält Verf. die von ihm gegebene allgemeine Fassung des  
Gesetzes für richtiger. H. KOST.

**E. Guye.** Sur la loi de Paschen généralisée au cas de diélectriques  
élastiques. Arch. sc. phys. et nat. (5) 4, 5—9, 1922, Jan./Feb. Das Paschensche  
Gesetz für das Entladungspotential  $V$  im Elektrodenabstand  $a$  wird in der allgemeineren  
Form abgeleitet:

$$(A) V = F(Ma),$$

in der die Anzahl der Moleküle in der Volumeneinheit bedeutet und  $A$  eine Größe  
die die ungleiche Ionenverteilung in der Nachbarschaft der Elektroden und die  
Ionisation im elektrischen Felde berücksichtigt. Verf. hofft, die von Gasdruck,  
Temperatur und Gasart abhängige Größe ( $A$ ) aus eigenen Beobachtungen eliminieren  
zu können. H. KOST.

**H. Kost.** Untersuchungen über den Zerstäubungsvorgang glühender  
Kohlefadträhte. Phys. ZS. 23, 136—142, 1922, Nr. 6. [S. 568.] BERNDT.

**G. Beer and A. M. Tyndall.** Manometric Observations at the Polcs  
Electric Arc. Phil. Mag. (6) 42, 956—971, 1921, N. 252. Unter Bezugnahme  
auf ältere Arbeiten (diese Ber. 2, 394, 1921) wird der Ionen-Winddruck an einem Kohle-

lichtbogen gemessen, der von den Elektroden ausgeht. Bei einem horizontal gestellten Kohlebogen werden die Elektroden hohl gebohrt und die beiden äußeren Lochenden jeweils mit einem Mikromanometer nach Fry (Fortschr. d. Phys. 69 [1], 39, 1913) verbunden. Die Versuche sind sehr empfindlich und werden durch die Gasabgabe der Kohlen gestört, die jeweils vorher, durch starken Stromdurchgang erhitzt, entgaßen werden mußten. Findet gerade der Kohleabbrand am Lochende statt, so setzt die störende Gasabgabe trotzdem ein. Es wird gezeigt, daß im Bogen keine freie Raumladungen existieren, d. h. daß das Verhältnis der Ionenströme beiderlei Vorzeichen proportional ihren Beweglichkeiten ist. An der Anode läßt sich eine Schicht negativer Raumladung nachweisen, deren Größe sich nur schätzen läßt und die die Ursache eines Ionenwind bildet, dessen Druck proportional dem elektrischen Strom im Lichtbogen ist. Bei der Kathode sind die Beobachtungen noch komplizierter, weil die kleinere Brennfleck auf das Lochende zentriert werden muß. Verzichtet man auf die Zentrierung, so ist der Druck bei starken Stromstärken negativ und der Kurvenverlauf ist ähnlich dem der Anode. Bei genauer Zentrierung wird der Winddruck positiv. Beispielsweise bei einer Kathode von 9 mm Durchmesser und 1,1 mm Bohrung beträgt der Druck bei 7 mm Bogenlänge und 17 Amp. 13,2 Dyn/cm<sup>2</sup>. Auch der Einfluß der Bohrung ist besonders untersucht worden.

H. Kosch

**A. M. Tyndall.** On the Forces acting upon the Poles of the Electric Arc. Phil. Mag. (6) 42, 972—981, 1921, Nr. 252. Im Anschluß an vorstehende Untersuchung wird die von Duffield (diese Ber. 2, 394, 1921) gegebene Erklärung für den mechanischen Druck an den Elektroden eines Lichtbogens angegriffen und neue Möglichkeiten für den beobachteten Druck gegeben, die aber voraussetzen, daß 1. es sich weder die negativen Ionen im Bogen geladene Atome sind, die sich mit der von Wellis angegebenen Geschwindigkeit bewegen sollen, oder 2. die negativen Ionen Elektronen sind, die sich dann aber mit der bisher nicht gemessenen Geschwindigkeit von  $1,5 \cdot 10^6$  cm/sec bewegen müßten.

H. Kosch

**Albert Gockel.** Elektrische Strömungen in der Atmosphäre. Rede, gehalten am 15. November 1921 zur feierlichen Eröffnung des Studienjahres der Universität Freiburg in der Schweiz. Freiburg, Schweiz, 21 S., 1921. Die vorliegende Rede spricht in allgemein verständlicher Form die Zusammenhänge zwischen den Variationen und Störungen der erdmagnetischen Elemente mit den elektrischen Strömen in der Atmosphäre und das Problem der Erhaltung der negativen Erdladung. Auf der von Verf. gefundenen und anderen erhärteten Tatsache fußend, daß die durchdringende Strahlung ihrer Intensität nach mit der Höhe zunimmt, wird ihre Quelle in die höheren Schichten der Atmosphäre verlegt. Im wesentlichen schließt sich der Verf. der Annahme von Swann-Schweidler an. Von der Sonne ausgehende Elektronenstrahl treffen in den höchsten Schichten der Atmosphäre auf Luftmoleküle auf und lösen dabei eine Sekundärstrahlung von besonders großer Durchdringungsfähigkeit aus, die bis zur Erdoberfläche reicht. Ein solcher Transport negativer Quanten würde die Erdladung aufrecht erhalten. Wenn auch der Schweidlersche Versuch kein positives Resultat zutage förderte, so gibt es doch eine Reihe von Tatsachen, die für die Vorhandensein eines Elektronenstroms in der Atmosphäre sprechen. Der Schluß des Vortrages ist allgemeinen Betrachtungen über die Wirkungen des elektrischen Zustandes der Erde und ihrer Atmosphäre gewidmet.

CONRAD

**F. Schindelhauer.** Über den in einer Antenne fließenden luftelektrischen Vertikalstrom. Phys. ZS. 23, 36—39, 1922, Nr. 2. Es wurde an zwei Antennen mit den Höhen von 39 und 6 m gemessen. Die Antennen wurden über ein

Widerstand geerdet und die Spannung an seinen Enden elektrometrisch bestimmt. Die Ablesungen wurden bei Tage stündlich, bei Nacht alle zwei Stunden gemacht. Die Terminwerte sind Mittel mehrerer Ablesungen, die zeitlich symmetrisch um den Termin verteilt sind. Beobachtet wurde prinzipiell nur bei normalem Feld. Es liegen zwei Reihen vor, die folgende Mittelwerte ergaben:

	Hochantenne Amp.	Niedrigantenne Amp.
1920, Juni, Juli . . . . .	$0,84 \cdot 10^{-8}$	$0,5 \cdot 10^{-8}$
1920, Oktober, November . . .	$18,2 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-8}$

Der tägliche Gang wird für die Hochantenne (Sommer und Winter) und für die Niedrigantenne (Winter) abgeleitet. Das Maximum tritt bei der Hochantenne im Sommer um 3<sup>h</sup>, im Winter um 19<sup>h</sup>, das Minimum um 16<sup>h</sup> bzw. um 12<sup>h</sup> ein. Der tägliche Gang wird dadurch erklärt, daß der durch die Antenne fließende Strom im wesentlichen ein Kollektorstrom ist, der durch den Niederschlag positiver Restatome aus den kurzlebigen Emanationen auf den negativ geladenen Antennen gefördert wird. Je nach der täglichen Variation der Austauschgröße der Emanation zwischen Boden und Antennenhöhe wird auch der Vertikalstrom Änderungen unterworfen sein. Mit zunehmender Höhe werden sich die zeitlichen Unterschiede in der Höhenverteilung der radioaktiven Zerfallsprodukte verschärfen. — Jede Änderung der Intensität des Vertikalstromes in der Antenne erzeugt einen gedämpften Wellenzug. Schon wegen dieses praktischen Moments wurde der tägliche Gang der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Stromintensität festgestellt. Diese ist bei Nacht größer als bei Tage, in großer Höhe größer als in kleiner (2,19 gegen 0,08). Je niedriger die Antenne, desto größer die Störungsfreiheit.

CONRAD.

**F. Heinrich.** Röntgenstruktur-Untersuchungen an Blöcken und Müppeln. Stahl u. Eisen **42**, 540—542, 1922, Nr. 14. [S. 566.] BERNDT.

**Glocker.** Die praktische Durchführung der Röntgenstrukturuntersuchungen. Stahl u. Eisen **42**, 542—543, 1922, Nr. 14. [S. 566.] BERNDT.

**Alfred Ewing.** The Atomic Process in Ferromagnetic Induction. Proc. Roy. Soc. London (A) **100**, 449—460, 1922, Nr. 706. Bekanntlich war es Ewing im Jahre 1890 gelungen, auf Grund der von ihm erweiterten Weberschen Theorie des Magnetismus ein Modell aus kleinen Magnetnadeln zu konstruieren, das tatsächlich unter der Einwirkung eines veränderlichen Feldes die hauptsächlichsten Eigentümlichkeiten der Magnetisierungs- und Hysteresekurven überraschend gut wiedergab. Dabei war angenommen, daß die Kräfte, welche nicht nur die jeweilige Ruhelage des Elementarmagnets, sondern auch dessen reversibile Bewegungsvorgänge bedingten, von den ebenfalls beweglich gedachten molekularen Nachbarmagnetchen ausgeübt wurden. Eine genauere Diskussion hat inzwischen den Verf. überzeugt, daß dies Modell mit den beobachteten Tatsachen doch nicht hinreichend befriedigend übereinstimmte, insoweit als der Abstand zwischen den einzelnen Elementarmagnetchen außerordentlich gering, die in Betracht kommenden gegenseitigen Kräfte aber sehr viel größer angenommen werden mußten, als es die tatsächlich am weichen Eisen usw. beobachteten Verhältnisse zuließen. Einen Ausweg findet der Verf. auf folgende Weise: Er nimmt an, daß in jedem Atom ein beweglicher Magnet vorhanden sei,

außerdem aber auch eine größere Anzahl von schalenförmig darum angeordneter fester Magnete, deren Wirkung diejenige der frei beweglichen Nachbarmagnete im früheren Modell ersetzt. Diese festen Magnete sind paarweise mit Folgepoleu gegeneinander gerichtet, so daß ihre Pole auf diejenigen des beweglichen Magnets im entgegengesetzten Sinne wirken, und zwar der anziehende Pol des einen festen Magnets etwas stärker, als der abstoßende des anderen; somit bleibt noch eine schwache Richtkraft übrig, welche den beweglichen Magnet in seiner Ruhelage festhält bzw. ihm eine geringe reversible Bewegungsmöglichkeit gegenüber der Einwirkung eines äußeren Feldes gestattet, während beim Anwachsen des letzteren über einen bestimmten Grenzwert das bewegliche Magnethchen plötzlich in eine durch zwei andere feste Magnete bestimmte Ruhelage überschwingt (irreversibeler, mit Energieumsatz verbundener Vorgang) usw. Ob die etwas verschiedene Wirkung der beiden festen Nachbarmagnete auf ungleiche Stärke der Pole oder auf etwas verschiedene Entfernung derselben zurückzuführen ist, läßt der Verf. unentschieden. — Daß ein derartiges Modell den tatsächlichen Verhältnissen beim Magnetisierungsvorgang ziemlich nahe kommt, ist unzweifelhaft, ob sich aber die immerhin ziemlich willkürlichen Annahmen des Verf. mit den sonstigen bisherigen Annahmen über den Aufbau des Atoms hinreichend in Einklang bringen lassen, muß doch wohl zweifelhaft erscheinen. GUMLICH.

**P. Dejean.** Champ démagnétisant et paramagnétisme. C. R. 173, 770—771, 1921, Nr. 18. Druckfehlerberichtigung ebenda, S. 956, Nr. 20. Auf Grund eigener Versuche über die Magnetisierbarkeit eines durch Schnitte senkrecht zur Achse in Scheiben zerlegten zylindrischen Stabes, wobei die einzelnen Scheiben durch unmagnetische Zwischenlagen zunehmender Länge voneinander getrennt wurden (C. R. 173, 412—414, 1921) und welche die längst bekannte Tatsache ergaben, daß die scheinbare Permeabilität eines derartigen Stabes infolge der entmagnetisierenden Wirkung der Enden der einzelnen Teilchen um so mehr abnimmt und die Magnetisierungskurve um so gestreckter verläuft, je kleiner das Dimensionsverhältnis der einzelnen Teilchen wird und je weiter diese voneinander getrennt sind, ferner unter Zuhilfenahme der Versuchsergebnisse von Schuddemagen (Proc. Amer. Acad. 45, 185, 1907), nach welchen die entmagnetisierende Wirkung der Enden auch bei gleichem Dimensionsverhältnis mit abnehmendem Durchmesser der Teilchen noch zunimmt, glaubt der Verf. den Übergang vom Ferromagnetismus zum Paramagnetismus und umgekehrt nur durch die Art der Gruppierung der einzelnen Teilchen bzw. ihren größeren oder geringeren Abstand voneinander erklären zu können. Da jedoch nach den Versuchen von W. R. Wright (Phys. Rev. 11, 162, Nr. 3) der Anstieg der hysteresefreien Magnetisierungskurven in Abhängigkeit von der Temperatur durchaus anders verläuft, so muß die Richtigkeit dieses Erklärungsversuchs stark angezweifelt werden. GUMLICH.

**G. Athanasiadis.** Neue Methode zur Messung der Magnetisierungskoeffizienten der Flüssigkeiten. Ann. d. Phys. (4) 66, 415—426, 1921, Nr. 22. Die beschriebene Anordnung beruht darauf, daß ein aus einem Tropfgläschen quellender Tropfen unter der Wirkung eines darunter befindlichen inhomogenen Magnetfeldes eine Beschleunigung bzw. Verzögerung erleidet, je nachdem die Flüssigkeit para- oder diamagnetisch ist. Im ersten Falle unterstützt also die Wirkung des Feldes diejenige der Schwere gegenüber der Kapillarkraft der Spitze des Tropfgläschens und die Tropfen werden infolgedessen kleiner, die Anzahl der aus einem bestimmten Volumen herausquellenden Tropfen größer, als ohne die Wirkung des Feldes, und umgekehrt bei einer diamagnetischen Flüssigkeit. Bezeichnet  $N$  die Anzahl der Tropfen im Feld,  $N_0$  diejenige ohne Feld,  $d$  die Dichte der Flüssigkeit,  $g$  die Beschleunigung

r Schwere,  $\mathfrak{H}$  die Feldstärke am Orte des Tropfens und  $\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x}$  den Gradient der Feldstärke in vertikaler Richtung an derselben Stelle, so ergibt sich die Suszeptibilität  $\kappa$  zu

$$\kappa = \frac{d(N_0 - N)g}{N_0 \cdot \mathfrak{H} \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x}}$$

Die Größe  $\mathfrak{H}$  läßt sich mit Hilfe einer Prüfspule oder einer Wismutspirale ziemlich genau bestimmen, dagegen ist die Ermittlung von  $\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x}$  bekanntlich recht schwierig,

und es ist deshalb vorteilhaft, das Produkt  $\mathfrak{H} \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial x}$  durch entsprechende Beobachtungen einer Flüssigkeit von genau bekannter Suszeptibilität, wie etwa Wasser, zu minimieren. Zu diesem Zweck führt man zunächst die Messung mit Wasser durch, indem man die Öffnung der Röhre an die Stelle des Feldes bringt, wo man das Maximum der Differenz  $N_0 - N$  findet, was man ein für allemal durch Ausprobieren ermitteln hat, und wiederholt die Messung nach Füllung des Gläschens mit der untersuchenden Flüssigkeit von der Suszeptibilität  $\nu$ , indem man ebenfalls die Zahl  $\nu_0$  und  $\nu$  der Flüssigkeitstropfen mit und ohne Feldwirkung zählt; dann gilt

$$= \kappa \cdot \frac{d'(\nu_0 - \nu) N_0}{d(N_0 - N) \nu_0}, \text{ wobei } d \text{ und } d' \text{ die Dichte der Eichflüssigkeit bzw. der zu}$$

untersuchenden Flüssigkeit bezeichnen. — Das Tropfglas besteht aus einem kugelförmigen, mit zwei Strichmarken oberhalb und unterhalb der Kugel versehenen Tropftrichter (nach Ducleau), der zur Regulierung der Tropfgeschwindigkeit noch einen Hahn trägt. Die Spitze des Trichters mündet in ein mit einem Auffanggefäß verbundenes zylindrisches Rohr, so daß jeder Tropfen von einer Dampfatmosphäre der zu messenden Flüssigkeit umhüllt bleibt, da anderenfalls die Tropfenzahl durch Verdampfen der Flüssigkeiten beeinflußt werden kann. Das Feld von der Größenordnung 25 000 bis 30 000 Gauß wurde durch einen Elektromagnet nach du Bois mit konischen Polstücken geliefert. — Der Verf. bestimmte nach dieser Methode den Diamagnetismus einer ganzen Anzahl von Flüssigkeiten, wie Toluol, Xylol, Benzol, Benzin, Glyzerin usw., in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen früherer Beobachter; daß er auch nach der absoluten Methode durch Abtasten des Feldes mit der Wismutspirale für Wasser genau denselben Wert  $-0,727 \cdot 10^{-6}$  fand, wie die letzten, so überaus sorgfältigen und zeitgebundenen Messungen durch Sève, de Haas und Drapier sowie Piccard, berührt was komisch und wird nicht über die Tatsache hinwegtäuschen, daß man es hier mit einer neuen, einfachen und ganz interessanten, aber doch keineswegs mit einer Präzisionsmethode zu tun hat.

GÜMLICH.

**Starô Honda and Tatuo Matumura.** On the Dependency of the Temperature-coefficient of a Permanent Magnet on its Dimensions. Science Rep. Tôhoku Univ. 10, 417—421, 1921, Nr. 5. Im Anschluß an den Aufsatz des Ref. (Ann.d.Phys. 59, 668—688, 1919), welcher die schon von Cancani und von Ashworth beobachtete Abhängigkeit des Temperaturkoeffizienten permanenter Stabmagnete vom Dimensionsverhältnis an einer Anzahl von Ellipsoiden nachprüfte und durch Verziehung mit Messungen am geschlossenen Ring auch erklären konnte, gelang es den Verf., durch einen besonderen Kunstgriff die Abhängigkeit des Temperaturkoeffizienten von der entmagnetisierenden Wirkung der Stäbe zu zeigen, die ja in direkter Beziehung auf Dimensionsverhältnis der Stäbe steht, genauer zu messen. Sie benutzten hierzu einen Stab aus dem bekannten K.S.-Material von 20 cm Länge und 0,5 cm Dicke, dessen Koerzitivkraft zu 240 Gauß und dessen Magnetisierungsstärke  $J$  zu 594 CGS-

Einheiten bestimmt wurde. Dieser Stab wurde auf einer Seite des Magnetometers in ziemliche Nähe von demselben gebracht und die Wirkung auf das Instrument bei Zimmertemperatur durch einen zweiten Magnet auf der anderen Seite des Magnetometers aufgehoben. Der Versuchsmagnet konnte durch eine induktionsfreie, auf ein Kupferrohr gewickelte Spule erwärmt werden, was einen dem Temperaturkoeffizienten des Stabes entsprechenden, bei der Empfindlichkeit der Anordnung ziemlich erheblichen Ausschlag des Magnetometers hervorbrachte. Außerdem war der Stab noch umgeben von einer Magnetisierungsspule, vermittelst deren das von der entmagnetisierenden Wirkung der Stabenden herrührende Feld —  $NJ$  im Innern des Stabes vergrößert, verringert bzw. ganz aufgehoben werden konnte. ( $N$  ist der bei Stäben wenigstens annähernd bekannte sogenannte Entmagnetisierungsfaktor.) Es ergab sich nun, daß ein Teil des Temperaturkoeffizienten ziemlich genau proportional war der Größe des entmagnetisierenden Feldes, der Temperaturkoeffizient war also am niedrigsten, wenn die entmagnetisierende Wirkung der Stabenden durch das Zusatzfeld aufgehoben wurde, und dieser Wert ist eben der dem betreffenden Material eigen-tümliche und durch das Dimensionsverhältnis nicht mehr beeinflußte Temperaturkoeffizient, den ein unendlich langer Stab oder ein geschlossener Ring aus dem betreffenden Material zeigen würde. Es ist somit den Verff. gelungen, die beiden beim Temperaturkoeffizienten in Betracht kommenden Faktoren, nämlich den Einfluß des Materials und der Gestalt, auch quantitativ zu trennen. — Die beschriebene Methode würde ganz einwandfrei sein, wenn die Verff. statt des Magnets in Stabform einen solchen in Ellipsoidform gewählt hätten; bei dem ersten gilt sie nur angenähert, da es nicht möglich ist, das von den Stabenden herrührende ungleichmäßige Feld im Innern des Stabes durch ein gleichmäßiges Spulenfeld vollständig aufzuheben. GUMLICH.

**E. S. Bieler.** On the Currents induced in a Conductor by the Passage of a Mass of Magnetic Material over it. Proc. Roy. Soc. London (A) 100, 50—60, 1921, Nr. 702. GUMLICH

**E. H. Grove-Hills.** The Tendency of Elongated Bodies to Set in the North and South Direction. Nature 108, 403, 1921, Nr. 2717. GUMLICH

**W. Uitterdijk.** De energie van het electromagnetische veld en de inductiestroom. Physica 2, 33—45, 1922, Nr. 2. Die Art der Behandlung der genannten Gegenstände in den Lehrbüchern (Abraham-Föppl, Poincaré) befriedigt Verf. nicht. Er will sie durch eine bessere ersetzen und wählt dazu als Ausgangspunkt die Coulombsche magnetische Kraftformel und die Aussage über die Wirkung eines magnetischen Feldes auf ein Stromelement. Wirkung gleich Rückwirkung gibt dann das elektromagnetische Kraftgesetz; daraus folgt die Kraft zwischen zwei Stromelementen. Die Integration gibt die Kraft zwischen zwei Stromleitern. Eine virtuelle Verrückung eines der beiden Leiter ergibt nach einiger Rechnung die Arbeit pro Stromeinheit als Änderung des Kraft-(Induktions-)flusses. Das führt leicht auf den Begriff einer Feldenergie. Angewandt auf räumliche Strömung mit Benutzung der Maxwellschen ersten Grundgleichung gibt das  $T = \frac{1}{2} \int (B \cdot H) dS$ . Verf. führt den vorher erhaltenen Ausdruck für die Raumenergie für den Fall von zwei Leitern über in  $T = \frac{1}{2} Li_1^2 + Mi_1 i_2 + \frac{1}{2} Ni_2^2$ . Die Energiebilanz einer Variation mit Hinzuziehung der Stromquellenenergie ergibt dann die Formel für die elektromotorische Kraft der Induktion. N. H. KOLKMEIJER

**einrich Pauli.** Resonanzkurven und Dämpfungsmessungen bei nur annähernd phasenreiner Selbsterregung. Jahrb. d. drahl. Telegr. **19**, 42—54, 1922, Nr. 1. Im Anschluß an frühere Arbeiten (diese Ber. **2**, 1154 u. 1226, 1921) wird die Dämpfungsmessung bei nicht äußerst loser Kopplung für den Fall nur annähernd phasenreiner Selbsterregung untersucht. Es werden im Zusammenhang die Kurven theoretisch behandelt, welche die Eigenschaft haben, daß ihre „Breite“ der Dämpfung durch ungedämpfte Schwingungen erregten Sekundärkreises entspricht. Diese Kurven sind 1. die bekannte Resonanzkurve des Stromeffekts in Abhängigkeit von der Erstremung, 2. in gleicher Abhängigkeit die Kurve der entstehenden Frequenz und die Kurve der Stromeffekte in Abhängigkeit von der entstehenden Frequenz. Letztere Kurve ist bei Veränderung des Primärkreises eine „normale Resonanzkurve“ oder eine „Resonanzparabel“, bei Veränderung des Sekundärkreises eine „Resonanzellipse“. Diese Kurven sind mit Ausnahme der Resonanzparabel von der Phase der Selbsterregung abhängig, und zwar erleiden sie bei unreiner Phase eine seitliche Verzerrung. An Hand von zahlenmäßig durchgeführten Messungen wird gezeigt, daß diese Verzerrung nicht allzu groß ist, die Kurven also ihre „Breite“ nahezu beibehalten und noch eine Anwendung der Verfahren zur Dämpfungsmessung zulassen. LÜBCKE.

**Rymer-Jones.** Localising a fault of low or high resistance in a submarine cable when the conductor is not broken. Electr. Rev. **90**, 150—152, 1922, Nr. 2306. Es wird die von Clark im Jahre 1871 angegebene Methode zur Feststellung des Fehlerortes an Unterseekabeln eingehend behandelt. Die Methode beruht auf dem Vergleich des Spannungsabfalles über einem bekannten Widerstand und über der Kabelstrecke von der Meß- bis zur geerdeten Fehlerstelle. Es ist hierzu ein Zusammenarbeiten zweier Beobachter an den beiden Endpunkten des Kabels erforderlich; doch beschränkt sich die Aufgabe des einen Beobachters auf das Laden eines Kondensators und Ablesung eines ballistischen Galvanometerausfalls. Die Genauigkeit der Messung kann dadurch erhöht werden, daß die beiden Beobachter ihre Rollen vertauschen und dann eine zweite Messung vornehmen. Gibt es eine wesentliche andere Lage der Fehlerstelle, so ist anzunehmen, daß das Kabel mindestens zwei Fehlerstellen aufweist. Durch Aufschneiden des Kabels an einer dieser Stellen kann der dortige Fehler beseitigt und dann der noch außerdem vorhandene festgestellt und nachher ebenfalls beseitigt werden. Verf. gibt einige Beispiele von Fehlerbeseitigungen und macht Angaben darüber, wie durch Anhaltung einer Ersatzleitung während der Dauer der Ausbesserung an Bord des Kabelschiffes der Betrieb aufrecht erhalten werden konnte. Wenn nur eine einzige Fehlerstelle vorhanden ist, deren Erdungswiderstand klein ist, so sind Methoden unter Anwendung von Brückenschaltungen einfacher, zumal, da eine Meßbrücke wohl in jeder Kabelstation vorhanden sein dürfte; bei schwankendem oder durch Polarisationerscheinungen gestörtem Erdungswiderstand ist die Clarksche Methode vorzuziehen. BOEDEKER.

**Hecht.** Neue Gesichtspunkte für das Telephon und seinen Wirkungsgrad. ZS. f. techn. Phys. **3**, 46—48, 1922, Nr. 2. Es werden die Gesichtspunkte für den Bau von Tontelefonen zusammengestellt, wie sie sich aus früheren Arbeiten des Verf. ergeben haben. Es soll gelungen sein, bei einem Tontelephon von 1000 Per. und einer Dämpfung von 0,25 den elektrisch-mechanischen Teilwirkungsgrad von 0,1 auf 7 Proz., den akustisch-mechanischen Teilwirkungsgrad von 0,4 auf 0,6 Proz., d. h. den Gesamtwirkungsgrad auf das etwa Zehnfache zu steigern. DROYSSEN.

## 6. Optik aller Wellenlängen.

**A. D. Fokker.** Verklaring der minimum-deviatie zonder formules. *Physica* 2, 82—84, 1922, Nr. 3. Durch Spiegelung an den Halbierungsebenen des brechenden Winkels ist nachgewiesen, daß die Abweichung für symmetrischen Strahlengang ein Extremwert ist, der sich unter Anwendung des Snelliusschen Brechungsgesetzes als Minimalwert ergibt.

H. R. SCHULZ.

**Irwin Roman.** The transmission of waves through a symmetric optical instrument. *Phys. Rev. (2)* 18, 62—77, 1921, Nr. 1. Kurzer Auszug ebenda, S. 126—127. Es wird eine Linsenfolge vorausgesetzt mit gemeinsamer Achse, wobei alle Linsenflächen Umdrehungsflächen um diese Achse sind. Solange es sich nicht um singuläre Punkte handelt, gehört zu jedem Punkt der Wellenfläche ein Punkt auf der Linsenfläche, den man erhält, indem man die Normale in diesem Punkte der Wellenfläche zum Schnitt bringt mit der Linsenfläche. Stellt man dann die Wellenfläche als Funktion zweier Gaussischer Parameter dar und die Linsenfläche ebenfalls als Funktion zweier anderer Gaussischer Parameter, dann ist mittels der Wellennormalen eine Beziehung zwischen diesen beiden Parametergruppen bestimmt; man kann schließlich die Parameter der einen Gruppe ausdrücken durch die Parameter der andern. Da für den Fall, daß statt der Umdrehungsflächen als brechende Flächen allgemeine Flächen angenommen werden, die Rechnung sehr verwickelt wird, hat sich Roman in dieser Chicagoer Doktorarbeit beschränkt auf beliebige Umdrehungsflächen, schließt also den Fall der asphärischen Umdrehungsflächen ausdrücklich ein. Dann wird nämlich das Azimut um die Drehachse herum unwesentlich, und es bleibt nur die Untersuchung im Achsenchnitt übrig. Die Parameter werden so gewählt, daß sie für den Achsenstrahl zu Null werden. Es wird unterschieden zwischen parametrischen (geometrischen) und optischen Invarianten.

Im II. Abschnitt (S. 65—69) wird die Beziehung zwischen den beiden Parametergruppen abgeleitet, wobei ausgegangen wird von den Gleichungen der Wellenfläche

$$x = \sum_{i=0}^{\infty} A_{2i} a^{2i} \quad y = \sum_{i=0}^{\infty} B_{2i+1} a^{2i+1} \dots \dots \dots \quad (1)$$

und den Gleichungen der brechenden Fläche

$$\xi = \sum_{i=0}^{\infty} C_{2i} \beta^{2i} \quad \eta = \sum_{i=0}^{\infty} D_{2i+1} \beta^{2i+1} \dots \dots \dots \quad (2)$$

und die Beziehung zwischen den Parametern  $a$  und  $\beta$  durch die Gleichung der Normalen zur Wellenfläche vermittelt wird:

$$(\eta - y) \frac{dy}{da} + (\xi - x) \frac{dx}{da} = 0 \dots \dots \dots \quad (4)$$

Es gelingt schließlich (auf die Entwicklungen kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden), alles durch die Parameter  $a$  auszudrücken, also (2) zu ersetzen durch die Gleichungen

$$\xi = \sum_{m=0}^{\infty} F_{2m} a^{2m} \quad \eta = \sum_{m=0}^{\infty} G_{2m+1} a^{2m+1} \dots \dots \dots \quad (20)$$

wobei

$$\left. \begin{aligned} F_{2m} &= \sum_{i=0}^{\infty} C_{2i} J_{2m-2i}^{2i} \\ G_{2m+1} &= \sum_{i=0}^m D_{2i+1} J_{2m-2i}^{2i+1} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \quad (20a)$$

III. Abschnitt (S. 69—72) wird die Veränderung der Wellenfläche bei der Brechung einer Linsenfläche untersucht, wobei die Gleichung der Linsenfläche sein soll entsprechend (20):

$$\xi = \sum_{i=0}^{\infty} F_{2i} a^{2i} \quad \eta = \sum_{i=0}^{\infty} G_{2i+1} a^{2i+1} \quad \dots \dots \dots \quad (20^*)$$

und die Gleichung der Wellenfläche vor der Brechung

$$x' = \sum_{i=0}^{\infty} A'_{2i} a^{2i} \quad y' = \sum_{i=0}^{\infty} B'_{2i+1} a^{2i+1} \quad \dots \dots \dots \quad (1')$$

w. nach der Brechung

$$x'' = \sum_{i=0}^{\infty} A''_{2i} a^{2i} \quad y'' = \sum_{i=0}^{\infty} B''_{2i+1} a^{2i+1} \quad \dots \dots \dots \quad (1'')$$

der gleiche Wert von  $a$  bezieht sich also auf entsprechende Punkte  $(x', y')$ ,  $(\xi, \eta)$  und  $(x'', y'')$ . Das Brechungsgesetz  $\mu' \sin \varrho' = \mu'' \sin \varrho''$  und die aus dem Ansatz

$$\mu \sin \varrho = \sum_{i=0}^{\infty} L_{2i+1} a^{2i+1} \quad \dots \dots \dots \quad (25)$$

$$\sin \varrho = \sin(\Theta - \psi) = \sin \Theta \cos \psi - \cos \Theta \sin \psi \quad \dots \dots \dots \quad (24)$$

folgenden Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=0}^{\infty} L_{2i+1} a^{2i+1} &= \frac{\mu \sum_{i=0}^{\infty} M_{2i+1} a^{2i+1}}{\sum_{j=0}^{\infty} H_{2j} a^{2j} \sum_{k=0}^{\infty} J_{2k} a^{2k}}, \\ \sum_{i=0}^{\infty} M_{2i+1} a^{2i+1} &= \frac{d\xi dy}{da da} - \frac{dx d\eta}{da da}, \\ \sum_{j=0}^{\infty} H_{2j} a^{2j} &= \sqrt{\left(\frac{dx}{da}\right)^2 + \left(\frac{dy}{da}\right)^2}, \\ \sum_{k=0}^{\infty} J_{2k} a^{2k} &= \sqrt{\left(\frac{d\xi}{da}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{da}\right)^2} \end{aligned} \right\} \quad \dots \dots \dots \quad (26)$$

ilden die Grundlage der Rechnungen von Roman für die optischen Invarianten  $G_{2m+1}$ ,  $J_{2m}$ ,  $L_{2m+1}$ . — Im Abschnitt IV (S. 72—74) wird für  $m = 0$  die „Gaußsche Abbildung“ (Achsenstrahlen) und für  $m = 1$  die Theorie „der Abweichungen erster Ordnung“ aus den Gleichungen des III. Abschnittes abgeleitet. — Im Schlußabschnitt (S. 74—77) wird zunächst darauf hingewiesen, daß die durch (29) zum Zwecke der Berechnung von  $L_{2m+1}$  eingeführte optische Invariante  $k_{m+1}$  als Verallgemeinerung der Nullstrahlensumme bezeichnet werden kann. Wenn die Wellenflächennormale im Punkte  $x, y$  die Achse im Punkte  $(X, 0)$  schneidet, ist  $X$  von  $a$  abhängig, solange nicht die Wellenfläche eine Kugel ist. Aus dem Ansatz

$$X = \sum_{m=0}^{\infty} \lambda_{2m} a^{2m} \quad \dots \dots \dots \quad (40)$$

ergibt für die Längsabweichung 2 mter Ordnung

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{2m} &= \frac{1}{A_2} \left[ \frac{1}{2} \sum_{i=0}^m (2i+1) B_{2i+1} B_{2m-2i+1} + \sum_{i=0}^m (i+1) A_{2i+2} A_{2m-2i} \right. \\ &\quad \left. - \sum_{i=1}^m (i+1) A_{2i+2} \lambda_{2m-2i} \right] \end{aligned} \right\} \quad \dots \dots \dots \quad (41)$$

Schließlich wird noch als Zahlenbeispiel ein zweilinsiges Fernrohrobjektiv durchgerechnet (Bestimmung von  $B_1, A_2, B_3, A_4$  für jede der vier Flächen) und Übereinstimmung der Ergebnisse mit der bekannten Theorie der sphärischen Abweichung festgestellt.

ERFILE.

**Irwin Roman.** Defects in Symmetric Optical Systems. Phys. Rev. (2) **18**, 126, 1921, Nr. 2. Es wird Bezug genommen auf eine frühere Veröffentlichung von Roman [Phys. Rev. (2) **15**, 221, 1920, Defect in centered quadric lenses], in der nach der Abbeschen Invariantenmethode ein Ausdruck für die sphärische Abweichung einer ausgerichteten Linsenfolge abgeleitet wurde, deren brechende Flächen durch Rotation von Kegelschnitten entstanden sind. Wenn nun der Meridianschnitt allgemeiner Art ist, nämlich gegeben durch  $x = \chi^0 + \psi_1 y^2 + \psi_2 y^4 + \dots$ , wobei die  $x$ -Achse die Umdrehungsachse sein soll, dann läßt sie sich unter Vernachlässigung von Gliedern höherer als der zweiten Ordnung durch eine Kegelschnitt-Umdrehungsfläche ersetzen; denn es gilt unter Vernachlässigung von Gliedern höherer Ordnung als  $\hbar^2$ :

$$r - s = \frac{1}{2\psi_1} + B\psi_1\hbar^2,$$

wobei  $\hbar$  die Einfallshöhe (Abstand des Punktes  $x, y$  von der Umdrehungsachse),  $r$  der Abstand des Normalenschnittpunktes mit der Achse vom Scheitel und  $s$  die Länge der Normalen ist. Für die Größe  $B = 1 - \psi_2/\psi_1^3$  wird die Bezeichnung „Gestaltsfaktor“ vorgeschlagen. Für eine Kugelfläche ist  $B = 0$ . Wenn ein Kegelschnitt um die Verbindungsleitung seiner Brennpunkte rotiert, ist  $B = \varepsilon^2$  ( $\varepsilon$  Exzentrizität); wenn ein Kegelschnitt um eine Senkrechte zu dieser Brennpunktsachse rotiert, dann ist  $B = \varepsilon^2/\varepsilon^2 - 1$ . Für  $B < 1$  kommt die erste Lage der Achse in Betracht; für  $B > 1$  und für negatives  $B$  die zweite Lage.

ERFILE.

**W. E. Forsythe.** The rotation of prisms of constant deviation. Astrophys. Journ. **45**, 278—284, 1917, Nr. 4. Ein vierseitiges Prisma (Prisma mit konstanter Ablenkung) kann stets so montiert und gedreht werden, daß es in der Stellung der Minimalablenkung bleibt. Hierfür werden besondere Justievorschriften gegeben.

H. R. SCHULZ.

**T. Smith.** The Accuracy of the Internally Focussing Telescope in Tacheometry. Phil. Mag. (6) **41**, 890—899, 1921, Nr. 246. Seit der Einführung der Fadenentfernungsmesser mit Zwischenlinse durch Zeiss sind diese Instrumente mehr in Aufnahme gekommen. Der Einfluß dieser Zwischenlinse auf die Messung der Entfernung ist mehrfach erörtert worden, jedoch in sehr theoretischer und komplizierter Weise. Der Verf. versucht, dies in einfacherer Weise zu erledigen. CHR. HOFE.

**Egon Lorenz.** Exakte Registriermethode für Messungen im Ultraroten. Auszug a. d. Diss. Univ. Breslau, 1921, 2 S. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, eine Registriermethode für Energiemessungen im ultraroten Spektrum auszuarbeiten. Hierzu wurde ein Saitengalvanometer in Verbindung mit einem Thermoelement unter Verwendung von Aluminium als Saitenmaterial benutzt. Die Aluminiumsaiten wurden aus nach dem Wollastonverfahren hergestellten Drähten angefertigt. Die Stromempfindlichkeit einer  $2\mu$  dicken Saite betrug bei etwa 500 Ohm innerem Widerstande und 1000facher Vergrößerung etwa  $5 \cdot 10^{-11}$  Amp./mm, die Spannungsempfindlichkeit  $2,5 \cdot 10^{-8}$  Volt/mm. Die Empfindlichkeit einer  $5,5\mu$  dicken Saite (250 Ohm) war bei 400facher Vergrößerung  $4 \cdot 10^{-10}$  Amp./mm und  $1 \cdot 10^{-7}$  Volt/mm. REINKOBER.

**A. A. Michelson.** The ruling and performance of a ten inch diffraction grating. Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia **54**, 137—142, 1915, Nr. 217. Die für

Teilung benötigte Schraube ist mit Hilfe von Interferenzen auf periodischen und  
tschreitenden Fehler untersucht worden und die entsprechende Korrektion ist durch  
die Schraube treibende Schneckenrad automatisch bewirkt worden. An besonderen  
rsichtsmaßnahmen sind in Betracht gezogen: Die genaue Geradführung des Teil-  
littens, Verminderung des Reibungsgewichtes durch Schwimmenlassen auf Queck-  
ber, Sicherung gegen Längsverschiebung durch Lagerung der Teilschraube gegen  
ne ebene Diamantfläche, und die Anwendung einer Korrektion für periodische Fehler  
herer Ordnung. Während die theoretische Auflösungsfähigkeit 660 000 sein sollte,  
aus dem Originalnegativ eine tatsächliche Auflösungsfähigkeit von 600 000 zu be-  
schnen.

H. R. SCHULZ.

**Meyer und A. Heck.** Über die Molekularrefraktion einiger geschmolzener  
Salze. ZS. f. phys. Chem. **100**, 316—333, 1922. (Nach der Freiburger Dissertation  
von Adolf Heck.) Die Salze werden in einem Feinsilbertiegel geschmolzen, der in  
einem elektrischen Ofen steht und auf dessen Boden sich ein Spiegel (aus Silber, 75 Proz.  
Ag und 25 Proz. Cu oder 72 Proz. Au und 28 Proz. Ag) befindet. Durch Neigung des  
Tiegels entsteht ein Flüssigkeitsprisma, dessen Brechungsexponent nach der Autokollimati-  
onsmethode gemessen werden kann. Gemessen wurden  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$  und  $\text{KOH}$ . Die Brechungsexponenten zeigten lineare Abhängigkeit von der Temperatur. — Die Bestimmung der Dichten erfolgte, soweit sie nicht aus den Messungen  
von Jaeger bekannt waren, durch Wägung in Paraffinöl unter Berücksichtigung des  
im Erstarren entstehenden Einzugskegels. Die Molekularrefraktion  $R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{d}$   
war konstant und ließ sich aus den bekannten Atomrefraktionen additiv berechnen,  
während diejenige für  $\text{KNO}_3$  ergab Abnahme mit steigender Temperatur, vermutlich  
aufgrund Zerfalls in  $\text{KNO}_2$  und O. Die Messungen an  $\text{NaNO}_3$  lassen auf einen Dissoziationsgrad von 0,65 schließen. Die zahlenmäßigen Ergebnisse sind in der Tabelle  
zusammengestellt:

	$\text{NaNO}_3$	$\text{KNO}_3$	$\text{NaOH}$	$\text{KOH}$
4	$1,479 - 1,75 \cdot 10^{-4} t$	$1,525 - 3,12 \cdot 10^{-4} t$	$1,467 - 1,25 \cdot 10^{-4} t$	$1,453 - 1,0 \cdot 10^{-4} t$
9	$1,499 - 2,12 \cdot 10^{-4} t$	$1,664 - 4,00 \cdot 10^{-4} t$	$1,458 - 8,75 \cdot 10^{-5} t$	$1,479 - 1,5 \cdot 10^{-4} t$
9	$1,487 - 1,75 \cdot 10^{-4} t$	$1,556 - 3,75 \cdot 10^{-4} t$	$1,460 - 8,75 \cdot 10^{-5} t$	$1,479 - 1,33 \cdot 10^{-4} t$
6	$1,483 - 1,50 \cdot 10^{-4} t$	$1,538 - 3,12 \cdot 10^{-4} t$	$1,471 - 1,12 \cdot 10^{-4} t$	$1,475 - 1,33 \cdot 10^{-4} t$
44	11,39	13,68 - 0,004 ( $t - 340$ )	5,37	7,58
39	11,53	13,93 - 0,007 ( $t - 340$ )	5,47	7,68
79	11,57	13,96 - 0,005 ( $t - 340$ )	5,49	7,69
46	11,69	14,04 - 0,003 ( $t - 340$ )	5,51	7,72

H. R. SCHULZ.

**Richard Weichmann.** Ein Bandenabsorptionsspektrum des Wassers bei  
Wellenlängen von mehreren Dezimetern. Ann. d. Phys. (4) **66**, 501—545,  
1922, Nr. 24. Die bisherigen Untersuchungen der Dispersion des Wassers im  
Bereiche der kurzen elektrischen Wellen geben noch kein klares Bild von den hier  
handelnden Absorptionsgebieten, wie es z. B. im Hinblick auf die Debyesche  
Dipoltheorie wünschenswert wäre. In sehr sorgfältigen Versuchen hat nun der Verf.  
eine Methode der Wellenlängenmessung an Lecherschen Paralleldrähten so ausgebaut,  
daß sie eine Bestimmung des Brechungsexponenten des Dielektrikums mit einer  
Genauigkeit von 0,5 Promille gestattet. Die vom Verf. gebauten Erreger für die

elektrischen Wellen liefern fast monochromatische Strahlungen von genügender Intensität im Gebiet zwischen  $\lambda = 65$  cm und  $\lambda = 12$  cm. Die Messungen von Brechungsindex und Absorption für Wasser erstrecken sich von 65 bis 27 cm Wellenlänge. In diesem Gebiet werden drei scharfe Streifen anomaler Dispersion und die zugehörigen Absorptionsstreifen gefunden bei  $\lambda = 549 - 521$ ,  $\lambda = 417 - 411$  und  $\lambda = 341 - 312$  mm. Der Brechungsindex fällt in diesen Streifen innerhalb einiger Millimeter von 9,0 auf 8,8; außerhalb der Stellen anomaler Dispersion verläuft er fast gleichmäßig bei  $n = 8,95 - 8,96$ . Die Wellenlängenwerte, für die die Messungen ausgeführt wurden, liegen so nahe bei einander, daß sich wohl kein wesentliches Absorptionsgebiet der Beobachtung entzogen haben kann. Die Ergebnisse der Untersuchung machen es wahrscheinlich, daß Wasser für diese langen Wellen ein richtiges Bandenabsorptionspektrum besitzt. Daß in dem an das hier untersuchte nach der Seite kürzeren Wellen anschließenden Gebiete Stellen anomaler Dispersion vorhanden sind, die allerdings in ihren Einzelheiten noch nicht mit genügender Genauigkeit festgelegt sind, zeigen außer anderen besonders die Arbeiten von Eckert (Verh. d. D. Phys. Ges. 15, 307, 1913) und Möbius (Ann. d. Phys. 62, 293, 1920), die sich auf Wellenlängen bis zu einigen Millimetern erstrecken. Auf der nach längeren Wellen gelegenen Seite hat zwar Rückert (Greifswalder Dissertation 1913) im Gebiete zwischen 60 und 250 cm keine Banden gefunden, doch kann dies sehr wohl seine Ursache darin haben, daß die bei seinen Messungen berücksichtigten Wellenlängenwerte zu weit von einander entfernt sind.

REINKOBER

**John K. Robertson.** Young's Interference Experiment and the Spectrometer. Nature 107, 457, 1921, Nr. 2693. Es wird darauf hingewiesen, daß Robertson schon vor R. A. Houstoun (siehe diese Berichte 2, 964, 1921) auf die Verwendung des Spektrometerkollimators beim Youngschen Doppelspaltversuch aufmerksam gemacht hat. Außerdem wird auf die übrigens bekannte (oder bekannten Methoden sehr ähnliche) Methode hingewiesen, das Auflösungsvermögen eines Fernrohrs zu bestimmen unter Verwendung eines feinmaschigen Netzes in der (dingseitigen) Brennebene eines Kollimators.

ERKLE

**L. R. Ingersoll.** Some Peculiarities in Energy Distribution by Speculum Gratings. Phys. Rev. (2) 17, 407—408, 1921, Nr. 3. Der Verf. hat in einer ausführlichen Mitteilung (Astrophys. Journ. 51, 129—139, 1920; diese Ber. 1, 1524, 1920) Versuche beschrieben, die zeigen, daß dem an einem Gitter direkt reflektierten Lichtwellenlängen fehlen, die von dem Gitter in höheren Ordnungen angenähert tangential aussehen, wobei der elektrische Strahlungsvektor senkrecht zu den Gitterstrichen orientiert sein muß. Die vorliegende kurze Notiz gibt einige Kurven von Intensitätsmessungen in einem Gitterspektrum zwischen 0,5 und  $2\mu$ , die zeigen, daß bei dem erwähnten Polarisationszustande in den Spektren bei einzelnen Wellenlängen Minima auftreten, deren Wellenlängen sehr angenähert mit den in höheren Ordnungen tangential abgebeugten Wellenlängen übereinstimmen. Doch findet sich diese Beziehung nicht in allen möglichen Fällen. Auch einzelne andere Unregelmäßigkeiten (Maxima) treten auf, deren Wellenlängen sich noch nicht einwandfrei in die bestehenden Theorien einordnen lassen.

REINKOBER.

**C. A. Reeser.** Een verbetering van den nicol. Physica 2, 81—82, 1922, Nr. 3. Die durch Nicolsche Prismen bewirkte Winkelablenkung läßt sich beseitigen, wenn man in den Strahlengang zwei gegeneinander drehbare Glaskeile einschaltet.

H. R. SCHULZ

**Franck.** Bemerkungen über die Verbreiterung von Spektrallinien. Festchrift der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zu ihrem 10jährigen Jubiläum, S. 77—81, 1921. Inhalt bildet eine Gegenüberstellung der Behandlungsweise der verschiedenen die Spektrallinien verbreiternden Einflüsse nach der klassischen Theorie und nach der Quantentheorie. Insbesondere wird betont, daß die klassische Stoßdämpfung nicht im Starkeffekt ihr quantentheoretisches Analogon hat, sondern, daß auch die Verkürzung der mittleren Lebensdauer der Anregungszustände durch Zusammenstöße nach dem Korrespondenzprinzip eine Verbreiterung zur Folge haben muß. FRANCK.

**W. Brandt.** Über die Ionisierungs- und Anregungsspannungen des Stickstoffs. ZS. f. Phys. 8, 32—44, 1921, Nr. 1. [S. 563.] FRANCK.

**W. Fricke and Theodore Lyman.** The Spectrum of Helium in the Extreme Ultra-Violet. Phys. Rev. (2) 17, 434—435, 1921, Nr. 3. Die Verff. untersuchen das Heliumemissionsspektrum in einem kleinen Vakuumspektrographen (Gitter 1 cm Radius) und finden im Schumanngelände die Linien 1640 Å und 1215 Å als Heliumlinien (Funkenlinien). Im äußersten Ultraviolet läßt sich nur die Linie 585 Å mit der aus der Resonanzspannung von Franck und Knipping berechneten übereinstimmt, dem Helium zuschreiben. FRANCK.

**Royds.** The cause of the so-called pole-effect in the electric arc. Astrophys. Journ. 45, 112—117, 1917, Nr. 2. Es werden die verschiedenen Ursachen der Verschiebung gewisser Spektrallinien (Pole-Effekt) in den verschiedenen Teilen des elektrischen Lichtbogens besprochen. Auf Grund von eigenen Versuchen schließt Verf. als Ursache die Amplitudenvergrößerung der schwingenden Elektronen aus, weil diese solche Amplitudenvergrößerung nur auf Temperaturerhöhung zurückgeführt werden können und diese ohne Einfluß ist. Unter Benutzung einer Nickelmünze mit 1 Proz. Cu Gehalt als Lichtbogenelektrode wird die Linienverschiebung im Vergleich mit einem Lichtbogen zwischen Cu-Elektroden bei gleicher Bogenlänge und Stromstärke untersucht und mit früheren Beobachtungen des Kodaikanal Observatory Bull. 38 und 40 verglichen. Als Ursache des Effektes verteidigt Verf. die frühere Annahme der Dampfdichte-Unterschiede in einer Lichtquelle, die er in einer speziellen Hypothese weiterführt. H. Kost.

**H. G. Gale.** On pole-effect. Astrophys. Journ. 45, 142—144, 1917, Nr. 2. Als Widerung auf vorstehende Arbeit hält Verf. jede ausgesprochene Theorie für verfehlt, weil zu wenig Beobachtungsmaterial vorliegt. Er unterzieht die Schlüsse der Royds einer scharfen Kritik. H. Kost.

**Charles F. Meyer.** Some spectra in the photographic infra-red. Astrophys. Journ. 45, 93—102, 1917, Nr. 2. Aufnahme der Linienspektren von Li, Na, Ca, Ba und als Chloriden im photographischen Ultrarot bis 9600 Å.-E. im Kohlebogen mit einem Rowlandgitter von 1 m Brennweite und 16000 Linien/Zoll. Die gefundenen Werte sind in Tabellen zusammengestellt und mit den Werten anderer Autoren verglichen; die Übereinstimmung ist befriedigend, doch schreibt der Verf. besonders Werten von Eder und Lorenser größere Genauigkeit zu als seinen eigenen. REINKOBER.

**E. Grantham.** The infra-red absorption spectra of alkali hydroxides. Phys. Rev. 18, 339—349, 1921, Nr. 5. Untersucht werden die Absorptionsspektren von den Alkalihydroxyden (Na, K, Li, NH, Cs) in wässrigen Lösungen verschiedener Konzentrationen (1 bis 10 Gramm-Mol. pro Liter), bezogen auf das Spektrum des reinen Wassers im Wellenlängenbereich zwischen 1 μ und 3 μ. Alle gelösten Hydroxyde

zeigen eine breite Absorptionsbande zwischen  $1,5$  und  $2,6\mu$  mit einem Minimum bei etwa  $2,2\mu$ . Die Übereinstimmung läßt die Bande dem OH-Radikal zugehörig erscheinen. Zu bemerken ist jedoch, daß frühere Beobachter bei nicht alkalischen Hydroxyden in alkoholischen und anderen Lösungen an dieser Stelle keine Absorptionsbande erhalten haben. Für das Absorptionsvermögen der Alkalihydroxyde wurde angeneherte Proportionalität mit der Konzentration gefunden, jedoch keine systematische Beziehung zu dem Atomgewicht der Base des Hydroxyds. — Das Lösungsmittel Wasser besitzt Absorptionsstreifen bei  $1,49\mu$  und  $1,98\mu$ . Durch das Auflösen der untersuchten Substanzen wird das Absorptionsvermögen des Wassers bei  $1,49\mu$  verringert um einen Betrag, der angenehrt proportional ist der Konzentration der Lösung und dem Atomgewicht der Base bei verschiedenen Hydroxyden. Die Verringerung ist größer als diejenige, welche durch den Ersatz eines Teiles der bei  $1,49\mu$  wirksamen Moleküle reinen Wassers durch das bei dieser Wellenlänge unwirksame in Lösung gebrachte OH erklärt werden könnte. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch bei  $1,98\mu$ , ist hier aber quantitativ nicht zu verfolgen, weil sich die OH-Bande störend überlagert. (Vgl. hierzu auch Guy, Schäffer und Jones, Phys. ZS. 14, 278, 1913 und Paulus und Jones, Phys. ZS. 15, 447, 1914.)

REINKOBEE

**Emmy Marke.** Über die Fluoreszenz der Ionen. 17 S. Diss. Münster i. W. 1922. Fluoreszenzversuche mit verschiedenen Chininsalzen führen zu dem Ergebnis, daß die Theorie Buckinghams (ZS. f. phys. Chem. 14, 129, 1894), derzufolge nur die Ionen fluoreszieren, nicht zutreffend ist. Die festen Chininsalze fluoreszieren in verschiedener Farbe; selbst bei großer Verdünnung in Wasser und Alkohol besitzt ihre Fluoreszenz weder dieselbe Farbe noch die gleiche Intensität. Auch in den nicht dissoziierenden Chloroform und Benzol zeigen Chinin und seine Salze Fluoreszenz, deren Intensität auch hier, genau wie in wässerigen Lösungen, mit zunehmender Verdünnung wächst. Änderungen der Fluoreszenz beim Erhitzen des Chinins sowie seiner festen Salze legen die Annahme nahe, daß es zwei verschiedene Chininmodifikationen, nämlich das violett fluoreszierende und das grün fluoreszierende Chinin, gibt, die leicht ineinander übergehen. Bei der Einwirkung von Säuren, Basen und Salzen auf Chininsalze geht eine Modifikation in die andere über. Dabei verhält sich das Chinin genau wie ein Indikator, und die Fluoreszenzänderungen lassen sich deuten mit Hilfe der chemischen Theorie der Indikatoren.

HARRY SCHMIDT

**Edward L. Nichols.** Color-photographs of the phosphorescence of certain metallic sulphides. Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia 55, 494—502, 1916, Nr. 6. Mit Hilfe einer besonderen phosphoroskopischen Methode, bezüglich deren Einzelheiten auf das Original verwiesen werden muß, werden die Faränderungen des Nachleuchtens zahlreicher Lenardscher Phosphore während des Abklingens, insbesondere unmittelbar nach erfolgter Erregung durch intensives Zinkfunkenschein, untersucht und auf Lumière-Platten farbenphotographisch fixiert. Die Ergebnisse lassen sich sämtlich (nach Lenards Vorgang) durch das gleichzeitige Auftreten verschiedener, voneinander völlig unabhängiger Banden im Phosphoresenzspektrum deuten, die insbesondere ihre eigenen Abklingungsgeschwindigkeiten besitzen: zu jedem beliebigen Zeitpunkt nach Abschluß der Erregung ist die Farbe des Nachleuchtens das Resultat der Übereinanderlagerung der betreffenden Banden in ihrer jeweiligen Intensität. Die phosphoroskopische Untersuchung läßt dabei Banden in Erscheinung treten, die unter gewöhnlichen Umständen wegen ihres überaus raschen Abklingens fast gänzlich verborgen bleiben. Da jedoch diese Momentanbanden bei normaler Temperatur stets von den Dauerbanden begleitet sind, so läßt sich ihre reine Farbe nur bei sehr starker Abkühlung des betreffenden Phosphors feststellen, weil alsdann jene Dauerbanden

en unteren Momentanzustand annehmen und in ihrer Intensität stark nachlassen, weilen sogar völlig zum Verschwinden gebracht werden können. Diesbezügliche Versuche wurden in großer Zahl angestellt und zeitigten das gewünschte Ergebnis.

HARRY SCHMIDT.

**L. Nichols.** Spectral structure of the phosphorescence of certain phosphides. Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia **56**, 258—274, 1917, Nr. 3. Verf. berichtet über die Ergebnisse einiger Experimentaluntersuchungen, die in seinem Laboratorium ausgeführt wurden. Zunächst fand H. E. Howe (wie schon vor ihm Lenard; Ref.) die spektralen Stellen maximaler Phosphoreszenzerregung als Maxima im Abptionsspektrum der betreffenden Phosphore wieder. H. L. Howes unternahm mit fe einer phosphoroskopischen Anordnung eine sehr sorgfältige spektralphotometrische Analyse des Phosphoreszenzlichtes wenige Zehntausendstel einer Sekunde nach erfolgter Erregung. Dabei fand sich bei einem SrBiNa-Phosphor eine Bande, die aus einem Komplex übereinander greifender Komponenten besteht, die Glieder einer Serie mit einem konstanten Schwingungszahlenintervall bilden. Ein CaBiNa-Phosphor zeigt neben der sehr intensiven Bande mit einem einzigen deutlich ausgeprägten Maximum bei  $0,447\text{ }\mu$  eine zweite, langwelligere, komplexe Bande auf, deren übereinander greifende Komponenten ebenfalls Glieder einer Serie mit einem konstanten Schwingungszahlenintervall bilden. Setzt man diese Serie, von ihrem kurzwelligsten zur Beobachtung gelangten Gliede mit  $\lambda = 0,5300\text{ }\mu$  ausgehend, nach der Seite der kürzeren Wellen hin fort, so ergibt sich für das neunte Glied  $\lambda = 0,4468\text{ }\mu$ , welcher Wert mit dem Maximum der ersten Bande zusammenfällt. Von besonderem Interesse ist das dritte bisher in dieser Weise untersuchte Präparat, ein BaCuNa-Phosphor, der zwei übereinander greifende komplexe Banden aufweist, deren jede wieder durch bestimmtes konstantes Schwingungszahlenintervall ihrer einzelnen Glieder charakterisiert ist. Von Howes und Hodge wurde bei allen drei Phosphoren eine gesonderte quantitative Verfolgung des Abklingungsvorganges unmittelbar nach Schluß der Erregung in verschiedenen Regionen der betreffenden Bandenkomplexe durchgeführt. Wählt man die erhaltenen Ergebnisse graphisch dar, indem die Zeiten als Abszissen und die reziproken Werte der Quadratwurzel aus den gemessenen Intensitäten als Ordinaten aufgetragen werden, so erhält man Kurven, die aus zwei in scharfem, gegen die Abszissenachse gerichtetem Knick aneinandergesetzten Geraden bestehen, so daß ein erstes Stadium schnelleren Abklingens ein zweites Stadium langsameren Abklingens folgt. Dieses zweite Stadium wird stets lange vor Ablauf von 0,01 sec nach Beendigung der Erregung erreicht; falls der Phosphor in ihm verharren würde, müßte die Intensität seines Nachleuchtens bereits nach einer Sekunde auf  $1/20000$  ihres ursprünglichen Wertes herabgesunken sein. Da das nicht der Fall ist, muß angenommen werden, daß noch ein weiteres Stadium, vielleicht auch mehrere Stadien sukzessive langsamten Abklingens folgen, so daß der in den bisherigen, unter gewöhnlichen Bedingungen angestellten Untersuchungen aufgefundene „erste lineare Abfall“ in Wahrheit eine Folge verschiedener, linear verlaufender Einzelprozesse darstellt. HARRY SCHMIDT.

**A. Owen and Winifred E. Fage.** The Estimation of the Radium Content of Radio-active Luminous Compounds. Proc. Phys. Soc. London **34**, 27—32, 1922, Nr. 1. Zur Messung des Radiumgehalts einer radioaktiven Leuchtmasse wird meist die  $\gamma$ -Strahlenmethode benutzt, d. h. ihre  $\gamma$ -Strahlenintensität wird elektroskopisch mit derjenigen eines Radiumstandards verglichen. Um dabei den tatsächlichen Radiumgehalt ermitteln zu können, muß die Absorption der  $\gamma$ -Strahlung in der Leuchtmasse bekannt sein. Bei derartigen Messungen hatten Paterson, Walsh und Higgins erheblich verschiedene Werte gefunden, je nachdem sich das Radium

bereits unter die Leuchtmasse vermischt befand oder nicht. Erneute Messungen seitens der Verff., bei denen mehrere verschiedene Bestimmungsmethoden zur Anwendung gelangten, zeigten jedoch, daß dieser Unterschied nicht besteht; sein Auftreten bei Paterson und seinen Mitarbeitern wird auf Messung vor Erreichung des radioaktiven Gleichgewichts zurückgeführt, eine Möglichkeit, die auch Paterson selbst als zutreffend erscheint. Der Anwendung der  $\gamma$ -Strahlmethode zur Bestimmung des wahren Radiumgehalts, unter Berücksichtigung der Absorption in der Leuchtmasse, stehen demnach keine Bedenken mehr entgegen.

HARRY SCHMIDT

**Harry B. Weiser und Allen Garrison.** Die Oxydation und Lumineszenz des Phosphors. III. Journ. Phys. Chem. 25, 473—490, 1921, Juni. Die Dämpfe einer großen Anzahl organischer Verbindungen beeinflussen die Geschwindigkeit der Oxydation des P in den meisten Fällen so, daß sie die Oxydation verzögern; nur Nitrobenzol und Diphenylamin beschleunigen sie.  $P_4O_6$  ist ein Zwischenprodukt der Oxydation des P zu  $P_2O_5$ ; bei der schnellen Oxydation dieses Zwischenproduktes findet eine Lichtentwicklung statt. Die für die schnelle Oxydation des P zu  $P_4O_6$  in reinem  $O_2$  nötige Temperatur liegt bei  $27^\circ$  (bei Atmosphärendruck) und ist niedriger als diejenige für die schnelle Oxydation von  $P_4O_6$  zu  $P_2O_5$ , die  $65^\circ$  (bei Atmosphärendruck) beträgt. In der Regel erhöht die bei der Oxydation des P zu  $P_4O_6$  entwickelte Wärme die Temperatur in der Reaktionszone so weit, daß sich  $P_4O_6$  hinreichend schnell oxydiert, um Licht auszusenden. Die geringe Menge P, die sich unterhalb  $27^\circ$  in einem  $O_2$ -Strom verflüchtigt, wird zu  $P_4O_6$  oxydiert, welches langsam und ohne Lichtentwicklung in  $P_2O_5$  übergeht. Das hauptsächlichste Oxydationsprodukt, welches in einem  $O_2$ -haltigen Gasstrom entsteht, ist  $P_4O_6$ , falls die Temperatur niedrig und die  $O_2$ -Konzentration in der Reaktionszone gering ist, oder wenn sich Dämpfe auf der Oberfläche der  $P_4O_6$ -Teilchen verdichten. Die Ionen, die sich während der Oxydation des P bilden, bestehen aus Oxydeiteln, die geladene Kerne umgeben. Dämpfe werden sowohl an den geladenen als auf den ungeladenen Teilchen adsorbiert und kondensiert. Die letzteren vermindern die Leitfähigkeit der phosphorisierten Luft, weil sie bewirken, daß die geladenen Teilchen zu Boden sinken. Wenn die adsorbierten Dämpfe auf  $P_4O_6$  einwirken, vergrößern sie die Oxydationsgeschwindigkeit des P sowohl dadurch, daß sie die Oxydeiteln aus der Reaktionszone entfernen, als dadurch, daß sie die Temperatur erhöhen. Nitrobenzol und Diphenylamin wirken auf diese Weise. Sind die adsorbierten Dämpfe chemisch unwirksam, so verhindern sie die weitere Oxydation des  $P_4O_6$  und bilden in der Nähe der P-Oberfläche eine Wolke, welche die Einwirkung verlangsamt. Sind zwei Dämpfe in gleichem Betrag adsorbiert, so bildet der schwerere die dichtere Wolke und übt die größere verzögernde Wirkung aus. Man kann den Satz aussprechen, daß mit Ausnahme des spurenweise vorhandenen Wasserdampfes Dämpfe, welche die Oxydationsgeschwindigkeit des P beeinflussen, keine Katalysatoren im gewöhnlichen Sinne sind. Sie sind vielmehr lediglich auf den geladenen oder ungeladenen Oxydationsprodukten ( $P_4O_6$  und  $P_2O_5$ ) kondensiert. Reagieren die Dämpfe mit  $P_4O_6$ , so vergrößern sie die Reaktionsgeschwindigkeit, sind sie inaktiv, so verhindern sie die fernere Oxydation und bilden eine Wolke in der Nähe der P-Oberfläche. Diese Wolke nähert sich in dem Maße, wie die Oxydation weniger energisch wird, der Oberfläche und kann endlich eine Schutzhülle bilden, welche die Verdampfung und Oxydation des P auf ein Minimum herabsetzt.

\*BÖTTGER

**W. Schlichter.** Neue Hilfsmittel zur planmäßigen Beherrschung des photographischen Negativprozesses. ZS. f. techn. Phys. 3, 63—64, 1922, Nr. 2. Mittels eines Photometers wird das aufzunehmende Bild durch ein Blaufilter hindurch mit

isphärisch auftreffendem Tageslicht verglichen. Die Intensität des letzteren wird ein Anlaufphotometer üblicher Bauart angeschlossen. Zur Entwicklungskontrolle en geeignet vorbereitete Blättchen von Entwicklungspapier. P. P. KOCH.

**I Reichert.** Ein neuer Objektiv- und Präparatschützer für das kroskop. Feinmechanik 1, 173—174, 1922, Nr. 11. SCHEEL.

**Henker.** Die Bildbeschaffenheit punktuell abbildender Gläser Largongläser bei schiefer Blickrichtung. Central-Ztg. f. Opt. u. h. 43, 95—97, 1922, Nr. 6. Erwiderung auf die Arbeiten von Gleichen, Hins und Schulz (vgl. diese Ber. S. 230). H. R. SCHULZ.

## 7. Wärme.

**H. van de Sande Bakhuyzen.** Het warmte-theorema van Nernst. Phys 2, 76—80, 1922, Nr. 3. Die Mitteilung gibt einen Auszug aus einer Prüfungsarbeit Verf. wieder, in der nach Auseinandersetzung des Theorems einige hierauf bezügliche Zahlenbeispiele an Hand von vorliegenden Beobachtungsdaten gegeben werden.

HENNING.

**Charles F. Brush.** Spontaneous generation of heat in recently hardened steel. Proc. Amer. Phil. Soc. 54, 154—164, 1915, Nr. 217. [S. 570.] BERNDT.

**Hiaki Tadokoro.** On the Determination of the Thermal Conductivity, Specific Heat, Density and Thermal Expansion of Different Rocks and Refractory Materials. Science Rep. Tôhoku Univ. 10, 339—410, 1921, Nr. 5. Wenn die Temperatur der Oberfläche einer unendlich ausgedehnten Platte mit der Zeit nach dem Gesetz  $v_0 \sin 2\pi t/T$  variiert, wobei  $v_0$  die Amplitude,  $T$  die Dauer einer Periode bedeutet, so ist die Temperatur in der Tiefe  $x$

$$v = v_0 e^{-x} \sqrt{\frac{\pi}{kT}} \sin\left(\frac{2\pi t}{T} - x \sqrt{\frac{\pi}{kT}}\right), \dots \quad (1)$$

in  $k = \frac{K}{\varrho \cdot c}$  die Temperaturleitfähigkeit,  $K$  das Wärmeleitvermögen,  $\varrho$  die Dichte, die spezifische Wärme des Materials der Platte ist. Sind  $R_1$ ,  $R_2$  und  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  die Amplituden und Phasen der Temperaturwelle in den Tiefen  $x_1$  und  $x_2$ , so gilt

$$k = \frac{\pi (x_1 - x_2)^2}{T (\log R_1/R_2)^2} = \frac{\pi (x_1 - x_2)^2}{T (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2}. \dots \quad (2)$$

Um es gelingt die Temperatur der einen Oberfläche sinusförmig zu variieren, so man hiernach aus den Amplituden oder Phasen des Temperaturverlaufs an den Tiefen  $x_1$  und  $x_2$  die Größe  $k$  ermitteln.

Verf. hat ein zuerst von K. Honda und S. Satô [Tokio Phys. Math. Soc. (2) 8, 1915/16], sowie von R. W. King [Phys. Rev. (2) 6, 437, 1916] angegebenes Verfahren zur Erzeugung sinusförmig variierender Temperatur verbessert und zu umfangreichen Messungen verwendet. Die gleichmäßige Drehung eines Wasserrades (Pelton) wird nach mehrfacher Übersetzung ins Langsame auf eine Scheibe und von dieser auf eine Kurbelstange auf einen kreuzkopfförmigen Gleitkontakt übertragen, der auf gleichmäßig mit Widerstandsdrähten bewickelten Platte hin und her schleift. Dieser Widerstand liegt in Serie mit dem Heizkörper, dessen Oberflächentemperatur sinusförmig variieren soll, an einer Batterie; die Breite der bewickelten Platte ist nicht

überall gleich, sondern variiert derartig längs der Bewegungsrichtung des Gleitkontaktes, daß die Leistung des Heizkörpers sich sinusförmig ändert. Die Form der bewickelten Platte ist in der Abhandlung mit höchster Genauigkeit berechnet. Über die anfangs erwähnte Bedingung, daß der zur Messung von  $k$  dienende Versuchskörper eine unendlich ausgedehnte Oberfläche haben muß, geht der Verf. leichter hinweg, ein den würfelförmigen Körper von 60 mm Seitenlänge mit 2 mm Spielraum umschließender Schutzenring aus der gleichen Substanz, dessen Dicke auf der wärmere Seite 20 mm, auf der entgegengesetzten Seite 10 mm beträgt, soll nach seiner Ansicht genügen, diese Bedingung praktisch zu erfüllen.  $\varrho$  und  $c$  bestimmt der Verf. in bekannter Weise; damit hat er sämtliche Daten zur Berechnung von  $K = \varrho \cdot c \cdot k$ . Zur Kontrolle hat der Verf. direkte Messungen von  $K$  vorgenommen (nach der Hohlzylindermethode mit stationärer Innenheizung). Der Versuchskörper von 100 mm Durchmesser und 45 mm Höhe ist hier zwischen zwei gleichen Hohlzylindern, die zum Schutz gegen axiale Wärmeverluste dienen, gelagert. Auch hier scheint es fraglich, ob die niedrigen Schutzkörper genügen. Die nach den zwei Verfahren bei etwa 50 bis 80 gewonnenen Werte des Wärmeleitvermögens von sechs feuerfesten Steinarten stimmen überein. Der Verf. schließt daraus, daß sein erstgenanntes Verfahren einwandfrei sei. Ob nicht vielleicht beide Verfahren zu große Werte von  $K$  liefern, wird nicht diskutiert.

Der Verf. hat ferner  $k$ ,  $\varrho$  und  $c$  von 11 weiteren feuerfesten Steinarten, von 83 Steinarten und Mineralen (wie Magnesit, Marmor, Quarzit, Granit, Dolomit, Basalt) und von 14 verschiedenen Stoffen (wie Porzellan, Zement, Graphitpulver, Steinkohlepulver, Glas) bei gewöhnlicher Temperatur gemessen. Von all diesen Proben sind ferner ausführliche petrographische Angaben und chemische Analysen mitgeteilt. Für verschiedene Gesteine findet der Verf. die Beziehung  $K = 0,6k - 0,001$  (in CGS-Einheiten). Auch der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf  $k$  und  $K$  wird dargestellt. Bei hohen Temperaturen bis 1000° wurde für fünf feuerfeste Steinarten die Ausdehnung (und hiernach die Dichte), die spezifische Wärme und die Temperaturleitfähigkeit gemessen. Zur Bestimmung der letzteren dienten Versuchszylinder von 80 mm Länge und 40 mm Durchmesser und ein gleich dicker Heizkörper von 60 mm Länge aus feuerfestem Material, der an seinem auf dem Versuchszylinder aufgepreßten Ende eine dünne Platinwicklung trug; beide waren in einen elektrischen Röhrenofen eingebaut. Das Versuchsverfahren war das gleiche wie bei gewöhnlicher Temperatur; nur fehlte hier Schutzenringe gegen radiale Wärmebewegung völlig und dienten zur Messung der Temperaturwellen statt Thermoelementen zwei im axialen Abstand von 20 mm eingegebauten Widerstandsthermometer, während der Absolutwert der Temperatur durch ein in der Mitte zwischen beiden angeordnetes Thermoelement gemessen wurde. Die Zuleitungsdrähte wurden durch axiale Löcher geführt, die Widerstandsthermometer selbst in radialen Löchern von 25 mm Tiefe und 5 mm Durchmesser angeordnet, die allerdings wieder mit feuerfesten Hohlzylindern von wohl etwa 1 mm Wandstärke ausgebuchst wurden. Da die Amplituden der Temperaturwellen nur 3 bis 5° betragen, dürfte bei dieser Anordnung die Versuchsgenauigkeit noch wesentlich geringer sein als bei gewöhnlicher Temperatur. Man wird daher auch die  $k$  und  $K$  betreffenden Ergebnisse der Untersuchung bei höherer Temperatur, wonach z. B.  $K$  von Magnesitstein (76,4 Proz. MgO, 18,3 Proz. SiO<sub>2</sub>), von Chromstein (36,4 Proz. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 19,5 Proz. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 14,6 Proz. MgO) und von rotem Ziegelstein (76,3 Proz. SiO<sub>2</sub>, 22,0 Proz. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) zwischen 200 und 900° mit zunehmender Temperatur stark fällt, was von anderer Seite bisher nur vereinzelt für Magnesitstein beobachtet wurde, mit gewisser Vorsicht aufnehmen müssen.

MAX JAKOB